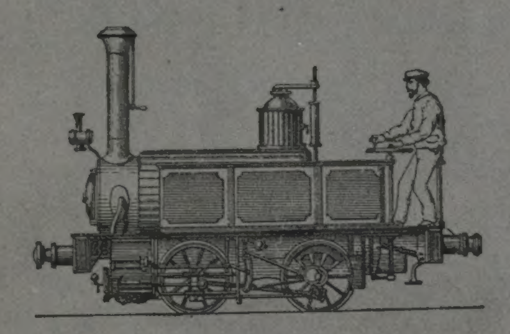


DES

CHEMINS DE FER

ÉCONOMIQUES



PAR

A. OPPERMANN

…IEN INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES

…de la Construction, du *Portefeuille Économique des Machines*,
…Nouvelles Annales d'Agriculture, du *Propagateur des Travaux en fer*
…*Universelle de Construction*.

10e SECTION. — Exploitation, Calcul du Trafic Marche des Trains, Signaux, Matériel Commercial.

… **SECTION**. — Personnel, Hiérarchie, Attri…ns, Appointements.

…**TION**. — Législation spéciale des Che…r.

… — Formation des Compagnies …lers, Cahiers des Charges.

… — Exécution des Travaux Con… de Terrains.

…ramways de Paris et Londres, …lles. — Bibliographie.

…INES





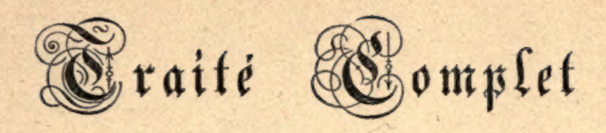


Traité Complet

DES

CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES

PARIS. — IMPRIMERIE PILLET FILS AÎNÉ,
Rue des Grands-Augustins, 5.



DES

CHEMINS DE FER

ÉCONOMIQUES

D'INTÉRÊT LOCAL
DÉPARTEMENTAUX, VICINAUX, INDUSTRIELS, AGRICOLES,
TRAMWAYS, AMÉRICAINS, VOIES DE SERVICE
FIXES OU MOBILES

PAR

C. A. OPPERMANN

ANCIEN INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES

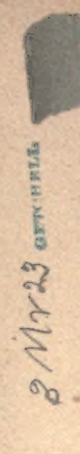
Directeur des *Nouvelles Annales de la Construction*, du *Portefeuille Économique des Machines*, de l'*Album pratique de l'Art Industriel*, des *Nouvelles Annales d'Agriculture*, du *Propagateur des Travaux en fer* et de la *Société Universelle de Construction*.

1re SECTION. — Tracé et Etudes.
2e SECTION. — Voie et Matériel fixe.
3e SECTION. — Matériel roulant : Locomotives et Voitures des divers systèmes.
4e SECTION. — Terrassements, Assainissements, Murs de Soutènement. — Ouvrages d'Art courants.
5e SECTION. — Ponts, Passages, Viaducs.
6e SECTION. — Tunnels, Souterrains, Abris.
7e SECTION. — Gares et Stations : Bâtiments.
8e SECTION. — Mobilier et Matériel des Gares.
9e SECTION. — Entretien de la Voie, des Ouvrages d'Art et du Matériel.
10e SECTION. — Exploitation, Calcul du Trafic. Marche des Trains, Signaux, Matériel Commercial.
11e SECTION. — Personnel, Hiérarchie, Attributions, Appointements.
12e SECTION. — Législation spéciale des Chemins de Fer.
13e SECTION. — Formation des Compagnies Statuts financiers, Cahiers des Charges.
14e SECTION. — Exécution des Travaux Contrats, Acquisitions de Terrains.
APPENDICE. — Tramways de Paris et Londres, Concessions nouvelles. — Bibliographie.

TEXTE

PARIS
CHEZ DUNOD, ÉDITEUR
LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES
49, Quai des Grands-Augustins, 49

1873



PRÉFACE

Chaque période du progrès de la civilisation a été caractérisée par une série d'*œuvres matérielles* qui en représentent les principales phases, et qui en sont, pour ainsi dire, les témoins devant l'histoire.

Le siècle des chemins de fer aura eu pour mission de couvrir la surface du globe de ce réseau métallique, encore bien incomplet, mais dont le développement kilométrique augmente chaque jour, et qui répond à un double besoin des peuples modernes :

1° Le *transport de plus en plus rapide, des personnes et des marchandises;*

2° Cette sorte de *prise de possession générale du globe terrestre*, qui fait abstraction des distances et des routines locales, et qui amène insensiblement les populations, les usages, les poids et mesures, les régimes politiques même de chaque pays, à s'unifier d'un commun accord, devant la pratique industrielle.

Toute la civilisation moderne est résumée dans ces deux termes — en y ajoutant encore la *division du travail entre les machines*, d'une part, *et la main-d'œuvre professionnelle*, de l'autre.

La télégraphie électrique et la navigation à vapeur ne sont que des corollaires du même ordre d'idées et concourent au même but.

En réunissant les éléments de ce traité, et en y groupant le plus grand nombre possible de types, documents textuels, lois, règlements, instructions pratiques, devis et cahiers des charges réduits, etc., nous nous sommes proposé de faciliter et de rendre plus économique la solution de cette œuvre capitale.

Nous voudrions aussi pouvoir réagir, dans une certaine mesure, contre l'entraînement irréfléchi des premiers temps, qui a fait attribuer à tous les chemins de fer une importance presque égale, et a conduit les compagnies à dépenser des sommes considérables, qui auraient pu être employées plus judicieusement.

En présence du fait inquiétant de l'augmentation constante du prix des fers, causée en ce moment par la trop grande consommation simultanée de cette ma-

tière dans toutes les régions commerciales, et par la hausse du prix des charbons, nous avons pensé qu'il était indispensable de répandre et de recommander énergiquement les *Types de voie et de matériel les plus simples et les moins coûteux.*

Le principe fondamental des *Chemins de fer économiques*, celui que nous avons pris pour règle dans le choix de tous les documents et renseignements qui composent cet ouvrage, est le suivant : « Proportionner la dépense de la construction « aux revenus probables de l'exploitation, afin de réaliser toujours des opérations « avantageuses pour les capitaux engagés. »

Trop souvent, nous le répétons, on a cherché à faire des travaux gigantesques et inutiles, à employer un matériel lourd et d'un service pénible, sans s'occuper aucunement des conséquences désastreuses qui en résultaient pour les actionnaires et les obligataires intéressés.

Et ce n'est pas tout : même au point de vue purement technique et rationnel, il est évident que, dans un réseau de circulation complet, qu'il soit organique, hydraulique, électrique, ou commercial, toutes les ramifications ne peuvent avoir la même valeur, et être établies dans les mêmes conditions de diamètre ou de calibre que les troncs principaux et les grandes artères : l'équilibre matériel même de la circulation en serait troublé.

Le temps des *ramifications* et des *embranchements* est arrivé maintenant pour la plupart des pays civilisés, et, dans les pays nouveaux, on fera bien aussi de s'avancer graduellement, et de ne pas faire inutilement des chemins de fer à 500,000 francs le kilomètre, dont les actions tombent de 500 francs à 135 francs, lorsque des chemins de 150,000 francs auraient largement pu suffire, et eussent pu rémunérer leurs propriétaires, avec une meilleure administration.

Il est évident que lorsque l'on voit les revenus de certaines grandes lignes de Belgique, d'Angleterre, ou d'Espagne, tomber à 3 1/2 ou même à 1 1/2 pour 100 de revenu total, c'est-à-dire moins que ceux d'une exploitation agricole des plus modestes, on peut dire que les limites de la prudence industrielle ont été dépassées, et que l'on a été trop loin.

Une grande faute a été commise notamment, en France, sous le dernier gouvernement, lorsque, pour *forcer*, à un moment donné, le développement des travaux et de l'industrie, et peut-être bien aussi pour donner satisfaction à certains intérêts, on a décrété successivement un deuxième réseau, un troisième réseau, un quatrième réseau, en leur imposant des cahiers des charges tout aussi onéreux et aussi comminatoires qu'aux lignes principales. On disait pour justifier ces exigences : « Il faut que le *matériel* des lignes principales puisse « circuler sur les lignes secondaires. »

Eh, sans doute, dans certains cas, cela est utile pour éviter des transbordements, mais, en fait de matériel, distinguons, et disons : pour les wagons et les voitures de voyageurs, le transbordement est gênant et onéreux; mais pour les

locomotives, rien n'empêche de changer de machine à l'entrée d'une ligne secondaire, et alors on peut employer des moteurs plus légers ou à poids réparti sur un plus grand nombre de roues, afin de permettre l'emploi d'une voie plus économique.

On sait, en effet, qu'une voiture pèse 10 tonnes, et une locomotive de grande ligne 35 tonnes pour les voyageurs et 56 tonnes pour les marchandises, tandis qu'une locomotive de ligne secondaire peut ne peser que 15 ou 20 tonnes, et même moins encore, ou être disposée de manière à ne porter que 2 ou 3 tonnes par essieu.

Pour éviter le transbordement il suffit donc, évidemment, que les voitures et les wagons seuls puissent pénétrer sur la voie de l'embranchement;

Quant à la locomotive, il suffit de la remplacer à ce moment, par une locomotive de 10 ou 15 tonnes, et le rail plus léger de l'embranchement, ainsi que ses ponts, résisteront parfaitement.

On répond à cela que les plus fortes pentes des lignes secondaires exigeront aussi de plus lourdes machines : c'est encore une erreur ; il ne s'agit, en réalité, que d'avoir un moteur spécial, une chaudière assez active, ou bien, si l'on agit par adhérence verticale, de répartir, sur un plus grand nombre d'essieux, le poids moteur total que le calcul indiquera, comme nécessaire, pour traîner une charge déterminée sur une pente donnée.

C'est un des côtés les plus intéressants et les plus essentiels des chemins de fer économiques, et nous le développerons tout spécialement, en parlant des machines à plusieurs roues couplées, et des autres systèmes analogues.

Enfin, nous dirons plus encore : nous admettrons que l'on puisse, dans certains cas particuliers, appliquer utilement une voie plus étroite, soit de 1 mètre au lieu de $1^{m},50$, ainsi, par exemple, dans les deux cas suivants :

1° Chaque fois que la ligne (ayant d'ailleurs un trafic modéré) ne sera qu'à une seule issue, et aura un parcours à petites courbes assez prolongé pour motiver un matériel spécial;

2° Chaque fois qu'il ne s'agira que d'un réseau intérieur, industriel ou agricole, métallurgique, ou de service, pouvant se suffire à lui-même, et étant absolument obligé de compter avec la double économie du matériel fixe et du matériel roulant.

On a beaucoup discuté dans ces derniers temps sur cette question de la *voie large* et de la *voie étroite*; mais il nous semble que, pour les mêmes motifs de ramification et de gradation que nous avons indiqués plus haut, la solution du problème ne peut être absolue, mais seulement relative.

Il est bien évident que, pour un trafic de premier ordre à très-grande vitesse, la voie la plus large possible serait la meilleure solution, mais encore faut-il ad-

mettre que la meilleure théorie du monde est obligée de faire des concessions aux nécessités de la pratique et aux limites imposées par le point de vue financier.

Et maintenant que nous avons exposé les motifs qui nous rendent partisan des *chemins de fer économiques*, *secondaires*, *départementaux*, d'*intérêt local*, *communal*, *agricole*, *industriel*, *privé* même, nous désirons bien vivement, dans cet ordre d'idées, voir les administrations des divers pays se départir, dans un esprit bienveillant et pratique, de leurs exigences irréalisables et désastreuses.

Il faudrait obtenir, pour le salut des chemins de fer encore à l'étude, la réduction et la modération sérieuse des législations et règlements organiques de 1865 et 1868, et des errements Ministériels et Administratifs qui s'en sont inspirés.

Nous espérons enfin qu'en ne faisant que le juste nécessaire, et en se plaçant, non pas toujours seulement au point de vue absolu de l'Etat, *futur propriétaire*, mais aussi, et comme il est équitable, au point de vue des concessionnaires *actuels*, on arrivera à des résultats plus conformes à la saine liberté industrielle, et plus heureux, en tant que résultats, pour la fortune des souscripteurs.

Il s'agit ici d'une *économie matérielle de plus de deux milliards pour la France seule*, et, quoi que l'on en puisse dire, dans les circonstances présentes, nous croyons qu'une telle somme est moins que jamais à négliger.

C. A. OPPERMANN.

Traité Complet

DES

CHEMINS DE FER ÉCONOMIQUES

INTRODUCTION

CLASSEMENT DES CHEMINS DE FER

1° PAR LA VITESSE ET LE MODE DE CONSTRUCTION.

Jusqu'à ce jour on n'avait classé les chemins de fer qu'en deux catégories : 1° les lignes à *grande vitesse*, et 2° les lignes à *petite vitesse* — ou, à un autre point de vue, qui correspond à peu près au premier : les chemins de fer d'*intérêt général*, et ceux d'*intérêt local*.

Mais aujourd'hui, par suite de l'application des voies ferrées à un grand nombre de cas particuliers, il faut développer et compléter cette classification, et distinguer encore :

3° Les *chemins de fer à rails légers, ou à voie réduite, dits industriels, agricoles, ou de service ;*

4° Dans le cas particulier de la circulation des villes, à niveau des chaussées, les *voies ferrées* avec *ornières*, ou profil spécial, destinées plus spécialement à la traction de chevaux, et qu'on appelle *Tramways ;*

5° Les *lignes souterraines*, ou *aériennes*, dites chemins de fer *Métropolitains*, destinées à circuler au-dessous ou au-dessus du niveau des voies publiques.

6° Enfin, en dehors de ce classement, en quelque sorte officiel, on doit considérer, à titre d'exception, les systèmes à wagons suspendus, à plan incliné avec

câble moteur — à tube atmosphérique — ou à engrenage, comme celui du Rigi — à rail central, comme celui du Mont-Cenis — à rail hydraulique, comme celui expérimenté par M. Girard — ou à rail unique, comme celui de M. Larmanjat, etc., etc.

En ce qui concerne ces divers systèmes, plus ou moins ingénieux, nous nous appliquerons simplement à les décrire, l'un après l'autre, abstraction faite de leur classement, qui est plutôt établi au point de vue du *mode de subvention financier* de l'État, des départements, ou des communes, qu'au point de vue technique proprement dit.

2° CLASSEMENT PAR LE DEGRÉ DE PENTE.

On a quelquefois aussi classé les chemins de fer en *quatre catégories* distinctes, en partant du point de vue spécial de la pente caractéristique de leur tracé :

1° Chemins de fer à pente nulle, ou en plaine, c'est-à-dire ceux dont l'inclinaison, à quelques exceptions près, reste au-dessous de $0^{m},005$ par mètre.

2° Chemins de fer à pentes faibles, ou en vallée, dont l'inclinaison *maximum* serait $0^{m},01$.

3° Chemins à pentes moyennes, ou en pays de collines, ceux où se présentent fréquemment les pentes de 10 à 20 millimètres par mètre.

4° Enfin, chemins de fer à fortes pentes, ou en pays de montagne, lorsque le tracé atteint fréquemment des pentes supérieures à 20 millimètres, soit 25 à 30, ou même au delà, comme en Suisse, dans le Tyrol (Semmering), en Écosse, en Auvergne, en Algérie, dans les chaînes séparatives de l'Amérique, où l'on a été jusqu'à 40 et 45 millimètres, avec les moyens ordinaires.

5° On pourrait, toujours à ce point de vue, former une cinquième catégorie des chemins de fer à pente tout à fait exceptionnelle, exigeant alors des moteurs spéciaux et des modes de gravissement partiels et locaux d'une nature particulière : tels sont les chemins de fer de Lyon à la Croix-Rousse, dont la pente est de 160 millimètres (0.16 par mètre), et qui fonctionne au moyen d'un câble, comme le plan incliné de Liége ; — le chemin de fer du Mont-Cenis, à rail central, serré entre des roues motrices horizontales ; — le chemin de fer de plaisance du Rigi avec rail central à engrenage ; — les chemins de fer atmosphériques... en supposant que l'on veuille encore appliquer ce système, ou le système funiculaire d'Agudio, ou la pression hydraulique, etc., etc.

C'est, en effet, sur ce problème du franchissement des pentes exceptionnelles que s'est, depuis quarante ans, le plus exercée la sagacité des inventeurs et des ingénieurs.

On comprend bien, en effet, que si l'on pouvait trouver les moyens de franchir assez économiquement, et simplement, les fortes pentes, il n'y aurait plus besoin de viaducs, ni de tunnels, — du moins pourrait-on les raccourcir considérablement, et en réduire le nombre au plus strict minimum.

Il en résulterait, évidemment, une économie extraordinaire dans la dépense totale de la ligne.

3° CLASSEMENT PAR LE RÉGIME FINANCIER.

En se plaçant enfin au point de vue particulier des subventions et des relations entre les États et les compagnies (qui est pratiquement le plus important, puisqu'il est souvent vital pour les entreprises), voici les traits caractéristiques que l'on peut établir pour définir le régime de chaque série de lignes ;

1° Les grands chemins de fer (à grande vitesse ou d'intérêt général) sont, en France, régis par la jurisprudence qui résulte :

a) De la LOI FONDAMENTALE DU 11 JUILLET 1842. établissant que les grands réseaux seront établis à peu près de compte à demi entre l'État (propriétaire après quatre-vingt-dix-neuf années de concession) et les compagnies, en nombre limité, qui ont soumissionné l'exploitation de ces lignes.

On sait que, dans ce cas, l'État se charge d'exécuter à ses frais, soit par ses propres ingénieurs, soit en payant les travaux exécutés par les ingénieurs des compagnies sous son contrôle technique (terrain, terrassements, ouvrages d'art, gares et stations, etc.).

Les compagnies, de leur côté, sont tenues de urnir à leurs frais, et conformément à certains cahiers des charges, le matériel de la voie (rails et matériel fixe) et le matériel roulant, plus tout ce qui concerne l'exploitation, l'entretien, le personnel, etc.

On trouvera le détail de ces divers genres de contrats à la XI[e] section : ***Législation spéciale.***

Un deuxième et un troisième réseau d'intérêt général ont été décrétés en 1865 et 1868, en imposant, à peu de chose près, les mêmes cahiers des charges et le même régime : les compagnies anciennes, sur lesquelles on a fait peser cette charge, protestent très-énergiquement, et se refusent même, en ce moment, soit par opposition volontaire, retards ou causes de force majeure, à obéir aux lois votées en concordance avec les Décrets.

La situation est même tellement tendue que l'on parle de plusieurs mises en adjudication publique, pour l'exécution de certaines lignes dites d'intérêt général, en menaçant les compagnies de leur retenir le montant des travaux sur ce qui leur reste à recevoir des soldes de leurs subventions, ou autrement, de les forcer à payer par les voies de droit.

2° Chemins de fer d'intérêt local :

Ceux-ci impliquent l'intervention de quatre parties contractantes :

a) L'État (s'ils sont déclarés d'utilité publique),

b) Les Départements intéressés,

c) Les Communes traversées,

d) Les Compagnies concessionnaires.

L'esprit sommaire de la LOI DU 12 JUILLET 1865, qui régit ce genre de lignes, est de diviser la dépense en quatre parties, de proportions variables, quant à la part du concessionnaire, et à établir que, tout ce que le concessionnaire ne pourrait pas prendre à sa charge, en un mot, le total des sommes données

en subvention, serait divisé ainsi qu'il suit, entre l'État, les départements et les communes :

a) L'État peut accorder jusqu'à concurrence de un tiers de la subvention totale que l'acte de concession mettra à la charge collective des Départements, des Communes et des intéressés locaux;

b) Le Département s'impose ordinairement le deuxième tiers;

c) Les Communes le troisième tiers de la subvention.

Quant au *rapport total* de l'ensemble des subventions au capital de la ligne, il peut varier : la loi admet que le total des subventions peut aller jusqu'à *moitié* pour les départements pauvres (il y en a 23 : le centime additionnel aux quatre contributions directes y produit moins de 20,000 fr.) et qu'il ne dépassera pas le quart pour les départements riches (où le centime additionnel produit plus de 40,000 fr. — il y en a 18). Enfin, elle pourra varier de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ pour les 48 départements intermédiaires.

3° Pour les chemins de fer *industriels*, *agricoles* ou *privés*, pas de subvention : ou, du moins, subventions purement facultatives, dans le cas où les départements et surtout les communes voudraient en donner :

Dans ce cas, on se borne à autoriser l'exécution de la ligne par un arrêté préfectoral, précédé d'une délibération favorable du conseil général, et l'industriel, le particulier, ou la compagnie exécute la ligne suivant les plans ou profils quelconques, qui ont été visés par le conseil, et dans le système qui convient à la nature et aux conditions de son industrie.

4° Enfin, pour les *tramways*, ou les chemins de fer *métropolitains*, la question de système, d'utilité publique et de concession est surtout débattue entre la municipalité et les concessionnaires — quand la ville n'établit pas la ligne directement à ses frais et bénéfices.

Dans le cas où, comme à Paris ou à Lyon, la ville se confond en quelque sorte avec le département, Seine ou Rhône, le conseil général intervient plutôt encore que la ville (car les lignes s'étendent généralement aussi dans la banlieue), et alors on rentre dans le cas des chemins de fer d'intérêt local, en ce qui concerne le régime des subventions :

La ville agit en qualité de commune intéressée, et le conseil général s'occupe de l'affaire au point de vue mixte de la banlieue et de la cité, et intervient de concert avec le préfet, comme représentant le département administratif.

4° RÉGIME DES CHEMINS DE FER ÉTRANGERS.

Dans les autres pays, la situation varie naturellement, d'une manière assez marquée d'un pays à l'autre, sans cependant s'éloigner beaucoup des précédents établis par la France et par l'Angleterre, leurs précurseurs dans l'établissement de voies ferrées.

Chemins de fer Anglais.

Les chemins de fer anglais ont été, dès leur origine, établis uniquement par le fait de l'initiative privée.

La plus ancienne ligne exécutée en Europe, celle de ***Liverpool à Manchester***, a été commencée en 1829, aux seuls frais et dépens de la société dont Georges **STÉPHENSON**, ancien ouvrier des mines, fut le promoteur.

Robert STEPHENSON continua l'œuvre de son père, et, l'un après l'autre, tous les chemins de fer d'Angleterre furent exécutés, par l'initiative privée des compagnies, ou des localités, au point de compter aujourd'hui 599 compagnies, dont 434 en Angleterre, 80 en Écosse et 85 en Irlande; l'ensemble du réseau atteint actuellement près de 20,000 kilomètres, il représente un capital de près de 10 milliards.

La plupart des lignes furent construites tantôt avec une voie égale entre rails à celle de Liverpool-Manchester ($1^{m},435$), tantôt avec une voie plus large ($2^{m},134$).

Le ***Great-Eastern***, sous la direction de l'ingénieur BRUNEL, adopta, comme on sait, cette voie exceptionnelle, avec la pensée d'y ramener toutes les autres lignes du pays et du continent, — mais il était déjà trop tard. — Aucun acte du Parlement n'était établi pour les y forcer, et ce fut, au contraire, le Great-Eastern qui se trouva obligé de poser entre ses deux rails un troisième rail, à l'espacement ordinaire, pour établir un « ***Junction-railway*** » destiné à laisser circuler le matériel des autres lignes.

Dans ces derniers temps, cependant, le désordre qui s'était introduit, comme on le comprend, dans le matériel d'exploitation de toutes ces lignes, exigea de sérieuses remontrances de la part du gouvernement.

Les compagnies se réunirent d'abord spontanément en une sorte de syndicat (***Clearing-house***) ayant pour principal but pratique de faire le ***triage***, la ***répartition*** des sommes à percevoir pour les parcours mixtes, c'est-à-dire la division du prix de chaque billet, au prorata du parcours et des prix spéciaux de chaque ligne; puis, peu à peu, les attributions de ce comité ou syndicat central s'étendirent, et, aujourd'hui, les ingénieurs réunis des diverses lignes décident volontiers, en commun, de certaines mesures d'ensemble, qui arriveront peu à peu à réaliser plus d'unité et plus d'harmonie dans l'aspect du matériel et dans le mécanisme de l'exploitation des chemins de fer anglais.

Chemins de fer Allemands.

En Allemagne, la plupart des chemins de fer sont appelés royaux, impériaux, ou chemin de fer grand-ducal, archiducal, etc., et se trouvent avoir été construits et exploités d'abord, au début, par les gouvernements de chaque pays, et à leur profit direct.

Quelquefois même c'est la cassette privée du souverain qui a doté « son peuple » de telle ou telle ligne, et alors il n'y a qu'une législation de règlements :

Le contrat d'État à compagnie n'a pas lieu d'exister.

Dans d'autres cas, quand les gouvernements eurent reconnu les avantages du système des concessions, on rentra, à peu près, dans les termes de la loi française de 1842, et l'on appela l'industrie privée à concourir à l'exécution des lignes.

Les cahiers des charges sont ***toujours*** moins rigoureux, — même en Prusse, — que les contrats du même genre en France; les rails sont généralement plus légers,

l'emploi du bois pour les ponts et les bâtiments plus prédominants, et les lignes très-généralement à une seule voie, avec gares d'évitement et service télégraphique permanent, pour signaler la marche des trains et éviter les accidents.

Chemins Suisses.

Les conditions des chemins de fer suisses sont aussi à peu près celles des chemins français, mais aussi avec plus de tolérance et moins de charges inutiles pour les concessionnaires.

L'exploitation des chemins de fer suisses, notamment, est très-économique, et les bâtiments très-simples quoique toujours élégants et de bon goût.

Chemins de fer Belges.

En Belgique, certains chemins de fer ont été construits par l'*État* et lui appartiennent entièrement; d'autres ont été concédés suivant le régime français. Tantôt on parle de racheter tous les chemins de fer appartenant aux compagnies, pour en centraliser le mouvement entre les mains de l'État; tantôt c'est ce dernier, au contraire, qui aurait reconnu que son administration était trop onéreuse, et qu'il y aurait avantage pour lui à concéder de nouveau l'exploitation seule de ses lignes, tout en en conservant la propriété.

Mais ce sont, la plupart du temps, de simples bruits de bourse, destinés à être utiles aux intéressés, pour faire hausser ou baisser les actions de l'une ou de l'autre série.

Chemins Italiens.

La loi italienne peut se comparer presque entièrement à la loi française, la plupart des compagnies qui exploitent les chemins d'Italie ayant été constituées d'abord à Paris (Chemins Romains, — Lombards, — Méridionaux).

Il n'y a que le Victor-Emmanuel et quelques tronçons secondaires qui aient été construits par des sociétés entièrement italiennes, et dans ce cas, comme dans les précédents, le régime a la plus grande analogie avec le régime français.

Seulement, pour quelques petites lignes, le gouvernement n'a pas voulu ou n'a pas pu donner de subvention.

Chemins Espagnols et Portugais.

Les chemins de fer de la Péninsule Ibérique sont régis également par des lois et règlements analogues à ceux des chemins de fer français ; la plupart des Compagnies sont d'ailleurs administrées par des Comités ou des Ingénieurs de ce pays : Ciudad-réal à Badajoz — Almorchon à Belmez — Cordoue à Séville — Madrid à Alicante et Saragosse — Madrid à Irun (nord d'Espagne) — Saragosse à Pampelune et à Barcelone, etc.; toutes ces lignes ont une administration centrale à Paris.

Les chemins portugais, de Lisbonne à Badajoz (Est), de Lisbonne à Porto (Nord) et de Lisbonne vers Cadix (Sud), sont plus indépendants, surtout ce dernier, quoique également régis et organisés suivant des contrats d'origine Hispano-Française.

Chemins de fer Russes.

Les chemins russes ont été conçus et exécutés plutôt dans un intérêt stratégique et administratif qu'à un point de vue commercial : c'est dire que l'État est toujours largement et surtout militairement intervenu dans leur programme général, et la constitution de la *Grande Société des chemins de fer Russes* (française d'origine) n'a été qu'une sorte de fait passager et temporaire.

Cependant quelques parties du réseau ont récemment été concédées, suivant une législation analogue aux termes du contrat français de 1842, avec subventions variables; on en a demandé d'autres sans subvention... En Russie cela paraît un peu hasardeux, surtout à cause des exigences des transports militaires continuels sur les lignes : cependant certaines lignes d'intérêt local très-restreint peuvent être avantageuses.

Chemins Ottomans et Hellènes.

Les chemins de fer turcs se bornent encore, en ce moment, à la ligne-mère de Constantinople à Andrinople, quoiqu'il y ait des milliers de kilomètres à l'étude, et quelques tronçons même en commencement d'exécution.

C'est le régime des compagnies avec subventions de l'État en travaux fixes payés, qui a été adopté, comme en France et en Italie : il y a là un grand avenir, et il sera intéressant de suivre les progrès de ce pays si richement doté par la nature et encore si peu avancé au point de vue industriel, commercial et agricole.

Chemins de fer Américains, Mexicains, Brésiliens, Anglo-Indiens, Australiens, etc.

Terminons ce coup d'œil général sur l'ensemble des divers réseaux de chemins de fer, par une esquisse rapide des chemins de fer des États-Unis et des autres régions encore plus récemment entrées dans le mouvement industriel :

Aux Etats-Unis règne, naturellement, une liberté plus grande encore qu'en Angleterre.

Il y a cependant eu plus d'ordre et plus d'unité dans la conception du réseau américain que dans celle des réseaux anglais.

La plus extraordinaire économie (même au point de devenir souvent dangereuse pour la sécurité des voyageurs) a présidé partout, à peu près, à l'établissement des lignes américaines.

Rails extrêmement légers, ponts exclusivement en bois, à l'origine (treillis américains) tracés à une seule voie, bâtiments en quelque sorte provisoires, — souvent stations en plein air, — passages à niveau sans barrières et sans gardes, — lignes sans clôtures et sans fossés, tel est l'aspect général de la plupart des chemins américains. Nous avouons que, quoique disposé à préconiser très-énergiquement toutes les économies conciliables avec la stabilité de la ligne et la sécurité des voyageurs, nous n'oserions pas recommander absolument sans réserves l'imitation textuelle du système américain.

Faut-il l'expliquer en disant que, de l'autre côté de l'Océan, la vie humaine semble avoir moins de prix aux yeux des voyageurs eux-mêmes que dans les pays plus anciennement civilisés; — faut-il dire que, dans les accidents, la mort des voyageurs de race noire ou de couleur n'est pas considérée comme une perte sérieuse... ce sont là des limites d'appréciation où l'égoïsme des compagnies et des propriétaires de chaque ligne joue un rôle trop peu conforme aux notions reçues de la dignité humaine, pour que nous puissions dire : les Américains ont raison. On peut dire seulement qu'il leur est difficile de faire autrement.

Nous aimons mieux croire qu'en effet, c'est cette dernière raison, de force majeure, qui les a guidés avant tout, et la preuve en serait d'ailleurs dans le remplacement successif de tous leurs anciens ponts en bois par des ponts en pierre ou des ponts métalliques. C'est même à ce dernier fait et à l'exécution toute récente et prochaine de toute une série d'immenses ponts et viaducs en fer, dans les États-Unis, plus la consommation énorme de rails qui a lieu chaque jour par l'extension des réseaux d'outre-mer, qu'il faut attribuer en grande partie la hausse récente et extraordinaire du prix des fers et des tôles (ils ont presque doublé : le rapport est de 5 à 3 environ).

Souhaitons, malgré cela, que le remplacement des lignes et des ponts provisoires de l'Amérique ait lieu graduellement, dans l'intérêt des voyageurs et de la prospérité de ces belles régions.

On en sera quitte, dans les pays producteurs du fer, pour y établir un plus grand nombre de hauts fourneaux, et y développer aussi l'exploitation mécanique du combustible minéral.

C. A. OPPERMANN.

PREMIÈRE SECTION

TRACÉ ET ÉTUDES

Considérations générales. — Un bon Tracé est le premier et le plus important élément d'économie dans un chemin de fer.

Et par ce mot « économie » nous n'entendons pas seulement la réduction directe et immédiate de la dépense de construction à un minimum ; mais encore, et tout aussi bien, l'obtention du produit le plus élevé possible, au point de vue du trafic, avec la moindre somme de charges et d'entraves pour le service de l'exploitation.

Il est clair, en effet, que si, par exemple, on peut supprimer ou raccourcir un tunnel, un pont, un remblai, etc., en choisissant une variante qui passe par une vallée secondaire plutôt que par une autre, ou en augmentant graduellement la pente dans une certaine région, il faut bien voir aussi en même temps, si l'on ne renonce pas, de ce fait, à desservir tel ou tel groupe de populations ou d'industries, et si, surtout, en adoptant sur un point seulement de la ligne une pente exceptionnelle, on ne grève pas tout l'avenir de l'entreprise d'une série de sujétions onéreuses, telles que :

1° L'obligation d'employer, pour franchir cette pente isolée, des locomotives d'un poids plus considérable ou d'un système plus coûteux pour tout le reste de la ligne ;

2° Par suite de cette augmentation du poids des machines motrices, la nécessité d'adopter partout aussi un calibre de rails plus résistant et plus lourd ;

3° Une plus grande consommation de combustible et de corps gras pour alimenter ces machines, car malgré toute l'habilité du mécanicien, un moteur constitué pour franchir, à un moment donné, une pente extraordinaire au moyen d'un coup de feu qui exige une plus grande surface de chauffe, rayonne aussi davantage, et perd plus de chaleur qu'une machine de force moyenne, quelque ralentissement qu'on puisse apporter à la conduite du feu, lorsque l'on marche en profil normal ;

4° S'il faut employer un moyen spécial, comme une locomotive de renfort, un câble, une machine fixe, etc., on s'oblige en outre à créer deux stations spéciales, ou tout au moins des bâtiments, des remises, un personnel et un matériel *ad hoc*, d'un entretien permanent qui diminue encore d'autant les bénéfices nets annuels ;

5° Réciproquement, s'il résulte du choix d'un tracé plus facile, un allongement de plusieurs kilomètres, on ne crée pas seulement une augmentation de dépense journalière pour les frais de combustible et d'entretien de la voie, mais encore une perte de temps inévitable pour les voyageurs, et souvent un déplacement final du trafic, par suite de la création d'une ligne concurrente plus directe et mieux agencée.

On voit donc combien peuvent être graves, à un moment donné, les conséquences d'un tracé plus ou moins bien étudié, et quels immenses avantages directs, ou indirects, peut réaliser le talent de l'ingénieur pour le succès d'une opération de chemin de fer.

Cas particulier des Chemins de fer d'Intérêt local.

Maintenant, il faut le dire, la question ne se présente pas toujours avec le même degré de complication.

Ainsi, dans les chemins de fer d'*intérêt local* surtout, le tracé ayant, dans son ensemble,

peu d'étendue en général, se trouve indiqué, à peu près forcément, par les *points à desservir*, et alors l'économie pure et simple des expropriations, des terrassements et des ouvrages d'art est un mobile suffisant pour déterminer l'ingénieur dans l'étude des diverses *variantes* à soumettre aux enquêtes.

Lorsqu'il n'y a pas de col de montagne à franchir, la pente générale et moyenne de la ligne est donnée par la différence de hauteur des points extrêmes rapportée au développement total du tracé.

Il est toujours bon de ne pas s'en écarter trop, et d'éviter les contre-pentes. Cependant, comme les cahiers des charges et la force ordinaire des machines permettent toujours d'atteindre au moins 30 millimètres de pente limite par mètre, et de passer aussi dans des courbes limites de 300 mètres de rayon, on peut, dans les pays de plaine ou moyennement accidentés, résoudre très-facilement toutes les difficultés d'accès avec cette double latitude; mais, nous le répétons, si l'on peut éviter d'atteindre la limite, cela n'en vaudra toujours que mieux, au point de vue de l'économie du combustible et de la facilité de l'exploitation à grande vitesse.

Il faut, dans tous les cas possibles, rechercher alors le tracé qui évite les acquisitions de terrains les plus onéreuses, ou les expropriations pour Usines, Monuments publics, Châteaux, quartiers de ville ou de faubourg, traversées de parcs, etc., avec obligation de construire des ponts de service ou d'établir des routes d'accès.

En même temps, on doit se guider par le programme de trouver la meilleure compensation possible entre les déblais et les remblais, et d'éviter certains terrassements trop considérables, en se rapprochant des courbes de niveau du terrain.

Il faut toutefois, encore ici, prendre bien garde de ne pas se laisser aller, pour éviter une faible tranchée, à un allongement trop sensible du tracé, car le surpoids des rails de la courbure pourrait devenir plus coûteux encore que les terrassements que l'on chercherait à éviter.

C'est un calcul de comparaison, par mètre courant, à faire dans les deux hypothèses.

Enfin, suivant que la rive droite ou la rive gauche d'une vallée présentera plus d'affluents, plus de ravins ou de contreforts à traverser, on aura à construire des ouvrages d'art, ponts ou même tunnels plus ou moins nombreux, plus ou moins étendus, et ce seront encore des types à prévoir avec soin.

Cas exceptionnels. — Si au contraire, par la nature du pays en montagne, ou à la traversée d'un groupe géologique difficile, on est forcé, malgré tout, d'appliquer des pentes limites, et de compter même avec des inclinaisons inévitables de 30, 40, 50 millimètres et au delà, il n'y a plus d'autre moyen que de recourir à des systèmes d'exploitation spéciaux : machines à fortes rampes, à roues couplées, à train articulé (système Rarchaert), à 4 cylindres (système Petiet), à toutes roues motrices (système Oppermann), ou bien même, pour des pentes tout à fait exceptionnelles, de 10, 15, 20 *et jusqu'à* 25 *centimètres par mètre* (comme à Lyon-Croix-Rousse, au Rigi ou au chemin de fer supérieur du Mont-Cenis), on est conduit à créer des plans inclinés continus à rail central, à crémaillère, à engrapement, à tubes ou tunnels pneumatiques, à câble, à chaîne sans fin, etc., car il n'y a plus de limite alors à l'esprit d'invention, et l'on peut, tous les jours, proposer des systèmes nouveaux et plus bizarres les uns que les autres, « pour le *franchissement* des montagnes et la descente dans les vallées, *sans ponts ni tunnels.* »

La question est de savoir si, dans chaque cas particulier, le système proposé est véritablement économique, et s'il ne créera pas, pour toute la durée de la concession, un régime d'exploitation trop difficile et trop onéreux.

On est ensuite conduit à renoncer au système ou à le simplifier, comme, par exemple, on l'a fait au plan incliné atmosphérique de Saint-Germain. Dans cet exemple, on a démoli, comme on sait, le tube pneumatique si curieux qui était le promoteur du train montant, et, au lieu de l'immense machine fixe qui faisait l'admiration des promeneurs, mais qui coûtait trop cher à la Compagnie de l'Ouest, on se sert aujourd'hui d'une simple locomotive à marchandises, à roues couplées, pesant 56 tonnes, qui prend le train au

relai, à la station du Pecq, et franchit sans difficulté les 42 millimètres de pente que l'on croyait inaccessibles auparavant.

Toutes ces considérations générales confirment le grand intérêt qu'il y a, pour une entreprise de chemin de fer, à choisir tout d'abord son tracé avec le soin le plus rigoureux.

Résumé. — Nous allons donc commencer par résumer, le plus succinctement possible, toutes les *méthodes* et procédés divers, qui ont été employés jusqu'à ce jour pour arriver à déterminer le meilleur tracé possible dans chaque cas particulier.

Nous pensons qu'aucune méthode scientifique absolue ne peut remplacer le coup d'œil réfléchi d'un opérateur exercé.

On naît opérateur, comme on naît peintre ou sculpteur. Un bon topographe *voit* le tracé sur le terrain ; — il *sent* qu'il doit passer par un point plutôt que par un autre : c'est un don naturel qui simplifie considérablement le travail, et qui permet de réduire à un petit nombre de variantes les tâtonnements qui constituent les études d'avant-projet.

Cependant, il est certain aussi qu'une longue expérience peut suppléer, à la rigueur, à ce génie professionnel, qu'il n'est pas donné à tout le monde de posséder.

En industrie, l'expérience doit toujours s'appuyer sur la science, pour arriver à une sécurité absolue, car, sans cela, un opérateur très-expérimenté, mais n'ayant que son expérience seule, se tromperait souvent du tout au tout, si on le transportait dans un pays où sur un genre de terrain auquel il ne serait pas habitué. En se basant sur une série de principes généraux, confirmés par des œuvres déjà réalisées, on peut arriver à formuler des règles à peu près infaillibles pour la découverte du meilleur tracé, au double point de vue du minimum de dépense, et du maximum de produit commercial.

OBSERVATIONS SUR LA FORME GÉOLOGIQUE DES TERRAINS.

Nous croyons inutile d'entrer ici, même à titre de préliminaires, dans le détail des notions relatives à la configuration du sol terrestre, que tous nos lecteurs connaissent :

Les continents,

Les mers,

La division des surfaces terrestres en bassins principaux et secondaires,

La composition probable de l'écorce du globe,

Les soulèvements,

Les vallées principales et secondaires,

Les vallons, les ravins,

Leur disposition générale, en forme d'arête de poisson dissymétrique, avec *alternance* des *Thalwegs* et des *lignes de faîte*.

Ce sont là des questions trop élémentaires pour être traitées dans un ouvrage spécial.

Qu'il nous suffise de rappeler, sommairement :

1° Qu'il est toujours plus avantageux, dans le tracé d'un chemin de fer, de suivre les vallées, à une distance assez rapprochée des fleuves, pour desservir les principales localités qui sont baignées par leurs eaux, et en desservir le plus possible au contact immédiat de l'agglomération centrale ;

2° Qu'il faut éviter de se placer trop haut sur les plateaux, malgré certains avantages dans le prix des terrains, parce que l'on est exposé à traverser, à un niveau supérieur, trop de vallées secondaires et trop de contre-forts correspondants, et qu'on s'éloigne des localités ;

3° Qu'il faut rechercher avec soin, pour les passages d'un bassin à l'autre, ou d'une vallée à l'autre, les points appelés *cols*, c'est-à-dire les points les plus bas de chaque ligne de faîte, ou de crête, et qui correspondent toujours à la naissance simultanée de deux cours d'eau inverses, ou au rapprochement de deux cours d'eau parallèles en sens inverse, prenant naissance vers cette région ;

4° Que les hauteurs des cols, dans chaque région, sont à peu près proportionnelles à la hauteur des points culminants les plus voisins ;

5° Enfin que, d'un côté d'une vallée à l'autre, les formations géologiques (qu'il faut

apprendre à connaître et à désigner par leurs noms) sont presque toujours semblables, et se suivent dans le même ordre, avec les mêmes épaisseurs dans les terrains successifs.

Avec ces *Cinq Règles fondamentales*, on aura, — à peu près, — le résumé de tout ce que les sciences géologiques et minéralogiques peuvent apporter de lumières à l'ingénieur de chemins de fer, en ce qui concerne la discussion des tracés.

C. A. O.

CHAPITRE I

TRACÉS D'AVANT-PROJET (1)

MÉTHODE ORDINAIRE BASÉE SUR L'EXISTENCE DE CARTES ET CADASTRES.

Lorsqu'un chemin de fer, un canal, ou toute autre voie de communication, sont reconnus utiles au pays et qu'il s'agit d'en demander la concession, il est d'usage d'en dresser un *avant-projet* destiné à être joint à l'appui de la demande de concession.

Nous allons successivement examiner les divers modes de préparer cet avant-projet; mais auparavant, nous devons faire remarquer, comme il a été indiqué ci-dessus, que la topographie des différents pays peut se diviser en quatre catégories assez distinctes et auxquelles nous donnerons les noms suivants :

1° *Pays de Plaine.*

Nous appelons ainsi les contrées telles que la Beauce, le plateau de la Brie, les Landes, la Hongrie centrale, la Russie centrale et méridionale, les déserts de l'Afrique, de l'Amérique méridionale, et les régions du golfe Persique, etc., dans lesquelles les terrassements des voies de communications sont réduits à leur minimum et le nombre des cours d'eau à traverser est très-restreint.

Pente au-dessous de $0^{m},005$. La dépense kilométrique pour un chemin de fer à une voie dans ces conditions peut être estimée de 30,000 à 80,000 francs environ, suivant qu'il sera à traction de chevaux ou à locomotives.

2° *Pays de Vallées.*

Nous donnons ce nom aux grandes vallées dont il est possible de suivre le cours, de manière à éviter, généralement, les tranchées trop considérables ou les tunnels pour la traversée des contreforts qu'elle peut présenter, et, en même temps, dont on peut utiliser les coteaux pour l'assiette de la voie de communication à créer, tout en tenant compte des exigences créées par le niveau des hautes eaux.

Le maximum de l'inclinaison des pentes et rampes d'un chemin de fer étudié dans un tel pays peut être fixé à $0^{m},010$ par mètre.

Les chemins de fer *à une voie* exécutés dans des contrées de ce genre, exigent pour leur construction une dépense totale de 80,000 à 120,000 francs environ par kilomètre.

3° *Pays de Collines.*

On peut classer dans cette catégorie les chemins de fer qui suivent généralement une direction transversale aux petites vallées, et franchissent successivement ces vallées et les contreforts qui les séparent.

---

(1) Ce chapitre a été rédigé, ainsi que le suivant, par M. Henri RUELLE, ingénieur civil, auteur de plusieurs chemins de fer d'intérêt local, actuellement chef de section au chemin de fer de Sedan à Lérouville. — On y trouvera peut-être quelques détails un peu élémentaires, mais nous avons tenu à conserver à cette note son caractère spécial « d'instruction pratique. » C. A. O.

Les reliefs du sol se prêtent, forcément, assez mal à une pente à peu près régulière; il s'ensuit que le profil de la ligne présente une série alternative de tranchées et de remblais plus ou moins coûteux à établir; car, outre une dépense plus grande pour terrassements, on doit maintenir l'écoulement des eaux dans chacun de ces bas-fonds qui sont appelés vallées, vallons, ravins ou dépressions. De plus, on augmente d'une manière très-appréciable la largeur du terrain à acquérir pour l'établissement de la voie de communication projetée.

Le maximum des pentes et rampes qu'il convient d'adopter pour des lignes établies dans de telles conditions varie entre 10 et 20 millimètres.

La dépense peut varier pour un chemin à une voie de 100,000 à 130,000 francs et même 150,000 francs par kilomètre.

4° *Pays de Montagnes.*

Certaines régions de la France telles que les Pyrénées, le Jura, le Périgord, le pied des Alpes, et des abords du plateau central (Auvergne); le cours de certaines vallées étroites telles que celles du Doubs, et la plupart des vallées de quatrième ordre, etc., se prêtent plus difficilement encore à l'exécution d'un chemin de fer.

Il est presque impossible de trouver, sans des études approfondies, le meilleur tracé dans des pays tels que la Suisse, l'Espagne, l'Afrique, le Caucase, les Cordilières des Andes, etc., où il n'existe même pas de carte qui puisse dispenser l'opérateur d'un travail d'analyse topographique préalable, sur toute la région à traverser.

Il faut, pour ces lignes, se résoudre à aborder les grands ouvrages d'art, les viaducs importants, les tunnels, etc., et tous les ouvrages que l'on ne rencontre que sur les lignes de ce genre.

Il sera très-difficile, dans de telles contrées, de faire pénétrer quant à présent des chemins de fer d'*intérêt local*, à moins qu'ils ne soient rémunérés par le bénéfice d'un trafic considérable, ce qui est assez rare dans les pays très-montagneux, où la dépense ne pourra guère être beaucoup moindre de 200 à 300,000 francs par kilomètre même pour une voie.

Quant au maximum des pentes, il atteint, par exemple dans le Cantal, jusqu'à 30 millimètres et, dans la section de Murat à Vic-sur-Cères, ce maximum règne sur 70 pour 100 du tracé.

Dans un travail fort intéressant, ayant pour titre *Compte rendu Statistique de la construction de la ligne d'Arvan au Lot* (1), M. Nordling, ingénieur en chef du réseau central, a présenté un tableau graphique des prix kilométriques du prix de revient des diverses lignes du réseau central.

On y voit que la dépense varie entre 135,000 et 369,000 francs.

Ces mêmes lignes, construites dans l'esprit de la loi du 12 juillet 1865, qui régit les chemins de fer d'intérêt local, n'eussent guère été possibles, à moins d'avoir des subventions exceptionnelles.

Ce chiffre élevé est une conséquence forcée de la contrée dans laquelle il a fallu établir un chemin de fer avec les conditions anciennes.

On a peine à s'expliquer comment les grandes compagnies ne veulent pas abandonner le type des machines rigides, et n'adoptent pas encore les machines perfectionnées, avec répartition du poids sur trains articulés. dont plusieurs types, notamment celui de M. Rarchaert, seront décrits à la 3e section de cet ouvrage (*Matériel roulant*).

MODES DIVERS DE DRESSER LES AVANT-PROJETS.

On peut dresser un avant-projet de deux manières différentes, suivant qu'il existe ou non des cartes détaillées du pays.

---

(1) A Paris, chez Dunod. Voir aussi *Annales de la Construction*. Janvier 1870 et 1871.

1° Au bureau, d'après les cartes du Dépôt de la guerre, ou leurs analogues dans les autres pays.

2° Sur le terrain, à l'aide d'opérations topographiques et de nivellements spéciaux.

§ 1. — Avant-projets d'après les Cartes du Dépôt de la guerre.

Lorsqu'un ingénieur ou un constructeur est appelé à dresser un avant-projet, il étudie d'abord sur les cartes publiées à l'échelle de $\frac{1}{80.000}$ la direction ou les directions qui lui paraissent réunir les deux conditions suivantes : minimum de dépenses et maximum de recettes.

On conçoit facilement combien l'appréciation de ces deux conditions est difficile; mais on verra, au chapitre où l'on traitera de l'évaluation du trafic probable et du tonnage, comment on peut obtenir l'un de ces résultats.

Un œil exercé reconnaîtra facilement, à l'inspection de la carte topographique, quelles sont les directions vers lesquelles il devra diriger son étude.

Les cartes du Dépôt de la guerre représentent d'une manière assez satisfaisante les reliefs du sol; elles contiennent de plus un certain nombre de points (*cotes*) nivelés, et rapportés au niveau de la mer, qui complètent aussi bien que possible les renseignements dont on peut avoir besoin.

Aussi, sans avoir la prétention de dresser un profil donnant *tous* les reliefs du sol, on peut, à l'aide de la carte topographique, combiner les pentes et rampes principales d'un *avant-projet*, et constater assez exactement quel est le maximun des déclivités que la contrée exigera.

Nous ne saurions trop engager les ingénieurs qui n'auraient pas encore pratiqué l'étude des projets de chemins de fer, à s'habituer journellement à consulter ces cartes, qui leur seront d'un grand secours.

On sait que, plus les pentes du terrain naturel (représentées par des hachures) sont fortes, plus la carte a un aspect noir, parce que ces hachures sont d'autant plus courtes et plus rapprochées les unes des autres.

Les moindres dépressions du sol sont accusées assez nettement, et permettent de constater si, oui ou non, il convient de diriger le tracé soit dans le fond, soit sur les coteaux de ces dépressions.

Lorsqu'il s'agit, par exemple, de passer d'une vallée dans une autre, il est possible de choisir des vallons qui offrent des pentes assez douces pour recevoir, sans terrassements importants, la ligne que l'on étudie, et l'on obtient ainsi, après quelques recherches successives, l'indication du *col* qu'il convient de préférer.

Il ne sera pas sans importance de vérifier quelques-unes des cotes de hauteur ou altitudes portées sur les cartes du Dépôt de la guerre; nous avons eu occasion de signaler quelques-unes de ces erreurs, que le Dépôt de la guerre s'est empressé de rectifier.

Voici le moyen que nous avons employé avec succès pour vérifier sans nivellement : soit une vallée de 3e ou 4e ordre dans le fond de laquelle, en descendant, nous trouvons successivement par exemple les altitudes 186, 178, 172, 155, 130. Cette série représente, en tenant compte de la distance, les pentes successives de la petite vallée; mais si entre les altitudes 155 et 130 on lisait sur la carte l'altitude 162, ou toute autre supérieure à 155 ou inférieure à 130, il est évident qu'elle serait entachée d'erreur. Il faut alors la signaler au Dépôt de la guerre, qui fournira de suite la véritable altitude. Ce n'est pas seulement dans le fond des vallées que les cotes sont inscrites, c'est aussi sur les hauteurs, dans les dépressions et sur les flancs de coteaux; le procédé de vérification reste exactement le même.

Quand la direction du tracé est choisie, que les chances d'erreur sont écartées, que les pentes et rampes maximum du projet sont déterminées, on procède à la confection du

dossier de l'avant-projet, qui se compose des pièces suivantes : 1° profil en long ; 2° plan général ; 3° mémoire explicatif et justificatif du projet, et 4° devis estimatif.

1° *Profil en long*. Pour dresser un profil en long au bureau, on est obligé de se procurer les calques des minutes au $\frac{1}{40.000}$ qui ne sont communiqués que pour les projets ayant un but d'utilité publique et après que la demande a passé par la filière et le contrôle du ministère des travaux publics. Ces calques coûtent 160 francs par décimètre carré, soit 10 francs par kilomètre carré sur le terrain. Cette taxe est indépendante de la rétribution due au dessinateur chargé du travail et qui s'élève à 5 francs environ par décimètre carré.

On voit de suite, par ce tarif, qu'en admettant qu'il faille se procurer un calque remplissant à peu près le format administratif, c'est-à-dire en donnant au plan une hauteur de $0^m,31$, on arriverait à une dépense de 123 fr. 75 c. par kilomètre (1). Pour le même prix on peut obtenir un avant-projet piqueté et nivelé sur le terrain, et représentant une supériorité assez grande sur le profil obtenu d'après les calques du Dépôt de la guerre. Cependant, il est impossible de méconnaître l'utilité de ces calques, lorsque, par suite de certaines causes, il est difficile d'opérer sur le terrain, soit dans la traversée des forêts, soit dans les pays très-accidentés, soit enfin lorsque l'avant-projet est très-urgent et que le sol est recouvert d'une épaisse couche de neige. Enfin, il est plus facile de déterminer la direction la plus économique d'un tracé à l'aide des courbes de niveau que comportent les cartes, que d'opérer sur le terrain ainsi que nous allons bientôt avoir occasion de le démontrer.

Le profil en long avec les cartes s'obtient de la manière suivante. On sait que chaque plan horizontal de 10 mètres en 10 mètres est représenté sur les calques au moyen d'une courbe à laquelle on a donné le nom de courbe de niveau.

Après avoir tracé la ligne projetée sur le plan, soit la ligne rouge —·—·—·— du calque (*Pl.* 1), on relève sur cette ligne la distance correspondante à chaque passage d'une courbe de niveau à une autre, ce qui donne le relief du sol. Puis sur ce profil du sol on adapte le profil de la plate-forme du projet avec le maximum de la pente. Le profil A (*Pl.* 1) indique le tracé de la ligne rouge, et le profil B celui de la variante bleue —··—··—··; le profil C indique un troisième projet donnant les pentes de $0^m,15$ par mètre sans terrassements appréciables.

On voit combien il est facile de choisir le profil en long qui présente le minimum des terrassements. On accélère beaucoup ce travail en donnant à chaque zone qui représente l'espace compris entre deux courbes, une teinte spéciale, de cette manière on dirige son profil avec une assez grande rapidité, en le déplaçant à volonté dès que l'on aperçoit une meilleure direction. Un plan à l'échelle de $\frac{1}{40.000}$ qui n'est autre que la carte elle-même, est joint au profil.

Avant-projet sur le terrain.

Arrivé sur le terrain, l'opérateur doit faire une reconnaissance générale de la ligne dont il est chargé de faire l'étude, et laisser à des points déterminés des signaux (jalons) qui lui permettront de diriger quelques jours plus tard les alignements. Avant de donner le premier coup de niveau, l'opérateur dûment autorisé fait calquer au cadastre de chaque commune le plan de toute la zone ou de toute la contrée qui environne le tracé. Ce calque une fois fait, l'opérateur suit de nouveau sur le terrain la direction qu'il pense devoir donner à la ligne projetée, et indique sur ces calques, dont il s'est muni, l'emplacement probable de la ligne. Ce travail une fois fait, l'opérateur conduit un nivellement par le chemin ou le sentier le plus rapproché de la ligne, en ayant le soin de laisser

(1) Les $0^m,31$ de hauteur comportent trois décimètres à 160 fr. l'un.......... 480 fr. 00
Rétribution due au dessinateur, trois décimètres à fr. l'un................. 15 00
Total.................... 495 fr. 00

Ce décimètre de longueur représente 4 kil. sur le terrain, soit par kil. $\frac{495}{4}$ = 123 fr. 75 par kil.

fréquemment sur les bornes, les ponceaux, les croix, les vieux murs, les seuils de portes dans les villages, etc., un nombre suffisant de repères (tracés au ciseau, à la peinture blanche et rouge, etc.).

Il est bien entendu que l'emplacement de chacun de ces repères de nivellement est soigneusement indiqué sur un carnet de croquis dont l'opérateur doit toujours être pourvu.

Profils en travers.

Sur ce nivellement longitudinal on rattache, à l'aide des plans du cadastre, un certain nombre de nivellements transversaux; suivant, soit les limites des parcelles, soit toute autre ligne portée sur le plan cadastral. Dans les vallées des fleuves et des principales rivières, la première condition à suivre pour un tracé est de placer la plate-forme de terrassements au-dessus du niveau des hautes-eaux.

Cette première condition permet, de prime abord, de voir à peu près partout la distance à laquelle la ligne projetée doit se tenir du cours d'eau de la vallée. Les habitants des campagnes d'un certain âge pourront donner à l'opérateur des renseignements assez certains (sauf vérification par nivellement, en cas de doute) pour que l'on puisse de suite indiquer sur le cadastre la zone submergée.

Les profils transversaux devront pénétrer le moins possible dans la partie de la vallée qui peut être submergée lors des hautes-eaux et ils devront s'étendre à 100 ou 150 mètres, selon que le coteau au pied duquel ils seront établis présentera une déclivité plus ou moins prononcée.

Ainsi lorsque la pente des collines atteint 0,25 ou 0,30 par mètre, on conçoit qu'un profil transversal est très-suffisant à 50 mètres de distance. Dans les parties moins accidentées un profil de 100 ou 150 mètres nous a paru généralement suffisant. Il va sans dire qu'il n'est guère possible de fixer à l'avance ni le nombre, ni l'emplacement des profils transversaux.

Le nombre de ces profils varie suivant les accidents du terrain, mais on peut, en moyenne, compter dix profils par kilomètre, et obtenir ainsi un plan coté suffisamment complet.

Nous verrons plus loin (page 22) comment on lève rapidement les courbes de niveau.

Les lignes d'opération et les principales cotes de ce plan doivent être reportées sur un calque du plan d'ensemble du cadastre, qui est à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$.

A l'aide des plans d'ensemble réunis des diverses communes suffisamment cotés, il est possible d'indiquer immédiatement quel est le projet qui se présente avec le moins de terrassements et quelles sont les courbes qu'il faut introduire pour atteindre ce résultat.

Une fois ce travail achevé, l'opérateur reporte ce projet aussi exactement que possible sur le plan cadastral, de manière à fixer approximativement la direction des alignements et l'emplacement des sommets d'angles.

A partir de ce moment, il est d'usage que l'Ingénieur chargé de ces études entre en relations avec les Ingénieurs des Ponts et Chaussées, de la Navigation, du Service hydraulique, les Agents voyers, le Génie militaire (lorsque le projet se trouve dans les zones de frontières ou près d'une place forte), le Conservateur des forêts (lorsque la ligne traverse les forêts de l'État), et tout d'abord avec les Maires des communes traversées. Ces autorités reçoivent communication officieuse du plan, et émettent verbalement leur avis sur les modifications de tracé qu'il y aurait lieu quelquefois d'apporter. Après cette communication et en tenant compte des avis dont elle a été l'objet, on procède au piquetage de l'avant-projet sur le terrain, puis au nivellement en long définitif, avec profils en travers dans quelques parties difficiles, où se rencontreraient des terrassements importants que le profil en long ne peut indiquer.

C'est à l'aide des documents obtenus que l'on compose le dossier de l'avant-projet,

lequel doit être joint à la demande en concession, et doit aussi être soumis aux enquêtes conformément à la loi du 3 mai 1841; du reste un chapitre spécial sera consacré aux formalités administratives qui doivent être remplies par le concessionnaire, depuis le moment de la demande en concession jusqu'au jour où il reçoit l'autorisation de la mise en exploitation.

CHAPITRE II

OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN

Les opérations sur le terrain se divisent en trois catégories bien distinctes :

1° Le tracé et le levé des angles ;

2° Le tracé des courbes, le chaînage et le piquetage ;

3° Les nivellements en long et en travers.

Pour exécuter ces diverses opérations, nous avons employé un personnel ainsi formé :

Un chef de section, pour diriger le tracé et lever les angles; il est accompagné d'une brigade (Brigade A) composée de trois hommes au moins. Nous verrons plus loin leurs attributions.

Un conducteur trace les courbes (Brigade B), et un piqueur procède au chaînage (Brigade C). Ces deux agents ont chacun trois hommes sous leurs ordres.

Le nivellement en long est fait par un conducteur très-expérimenté (Brigade D) et vérifié par le chef de section (Brigade A).

Enfin, les nivellements en travers sont levés par un piqueur ou par un surveillant intelligent, accompagné de deux hommes (Brigade E).

Un dessinateur expéditionnaire marche avec la section, pour rapporter au fur et à mesure les plans, et prendre les calques nécessaires au plan cadastral des communes traversées.

En résumé, on voit que la *Section d'études complète se composerait ainsi qu'il suit*, sauf à cumuler le travail par action successive des mêmes agents, si l'on a le temps nécessaire et si le personnel faisait défaut :

Un chef de section.

Deux conducteurs.

Deux piqueurs.

Cinq brigades, composées de deux ou trois ouvriers, selon les besoins du service, et formant un effectif de dix ou quatorze hommes. Ce nombre varie selon les difficultés des études ; dans les bois, par exemple, il faut des ouvriers supplémentaires pour ouvrir les *laies* nécessaires au dégagement de la vue pour les alignements.

Lorsque les études suivent une vallée dont le cours d'eau est très-sinueux, il faut qu'un ou plusieurs bateliers et leur barque suivent les opérations, et soient toujours prêts à passer le personnel d'une rive sur l'autre.

Enfin, dans les pays très-accidentés, comme l'Auvergne, le Jura, il faut quelquefois que les agents soient attachés avec des cordes et soutenus par des ouvriers supplémentaires.

On voit donc que le personnel d'une section d'études se compose d'une vingtaine d'hommes environ, avec lequel, dans un pays ordinaire, il est possible de faire deux kilomètres d'études définitives *par jour de travail.* Or, en affectant une somme de

soixante francs par jour pour le personnel de la Compagnie (1) et pareille somme pour les ouvriers, on arrive à un prix vraiment faible de 90 fr. par kilomètre. Ce prix, en pratique, doit être doublé en été, et triplé en hiver pour éviter les mécomptes, car le nombre moyen des jours par mois où le temps permet de faire des opérations est de dix à douze jours en hiver (en défalquant, bien entendu, la période du 1er décembre au 31 janvier, pendant laquelle la rigueur des froids et la brièveté des jours rendraient les opérations aussi difficiles qu'onéreuses) et de vingt à vingt-deux jours en été.

Les jours de pluie et de repos, les ouvriers touchent 2 fr. pour leur pension, et les chefs ouvriers 2 fr. 25.

La section ainsi composée, pour produire du travail, doit être conduite par une main ferme, et la hiérarchie doit être exactement observée; ce n'est qu'à cette condition que le travail minutieux du terrain peut présenter toutes les garanties désirables d'exactitude.

Ainsi, le chef commande toute la section, par l'intermédiaire des conducteurs ou piqueurs, il donne ainsi plus d'autorité à ses agents, et en même temps il augmente leur responsabilité ; les piqueurs qui accompagnent les conducteurs sont sous les ordres de ces derniers ; enfin, dans chaque brigade, le chef de section choisit l'ouvrier le plus intelligent et en fait le chef-ouvrier ou chef de brigade, avec autorité sur ses camarades; les ouvriers, égaux entre eux, doivent obéir à leur aîné. Nous avons reconnu combien cette combinaison rend la discipline facile, et c'est là un grand point.

Observations générales concernant l'organisation du Personnel.

Pour former une brigade il faut choisir des hommes actifs, intelligents et dociles; il faut leur montrer avec soin ce qu'ils doivent faire, et pour cela il ne faut pas craindre d'adopter certains commandements brefs, faciles à retenir, et de toujours leur répéter les instructions avec patience et bienveillance, quand ils se trompent. Nous sommes arrivés ainsi à former des ouvriers qui, avec un peu d'instruction, auraient fait d'excellents opérateurs. Mais il faut renvoyer tout ouvrier qui commet plusieurs fois de suite une faute sérieuse, après avoir été réprimandé fréquemment pour cette même faute. On tient ainsi toutes les brigades en respect, et le travail et le personnel y gagnent beaucoup.

A ce propos, ce n'est pas seulement des ouvriers qu'on a à se plaindre, c'est quelquefois aussi des employés, surtout des jeunes débutants. Ceux-là ne doivent jamais être détachés seuls dans un village : nous avons vu des exemples d'indiscrétions de service sur la direction des études, ou l'opinion des chefs de section à ce sujet, qui ont été parfois assez préjudiciables aux Compagnies, en créant des inquiétudes et des oppositions. Des recommandations doivent être toujours faites dans ce sens aux agents avant de les envoyer dans un pays.

Avant de commencer les études pour lesquelles on va mettre en marche un personnel de vingt hommes, le chef de section doit parcourir la direction que devront suivre les études et il fera bien de voir les maires des communes traversées, de leur faire part officieuse-

(1) Chef de section, déplacement compris	20 fr. 00	60 fr. 00
Deux conducteurs, à 13 fr.	26 00	
Un piqueur et un dessinateur expéditionnaire, à 7 fr.	14 00	
Cinq chef ouvriers, à 4 fr. 50	22 50	60 00
Dix ouvriers, à 3 fr. 75	37 50	
Total		120 fr. 00
A ce total on devra ajouter toutefois les frais généraux d'ingénieur avec son service, et d'administration, transports, etc.		50 fr. 00
Total général		170 fr. 00

ment du jour où commenceront des études, de l'intérêt qu'il pourrait y avoir pour la commune à préférer telle ou telle direction (1).

Les maires, en général, s'empressent de fournir aux chefs de section tous les renseignements dont ils peuvent avoir besoin, et l'on s'aperçoit bien, lors des enquêtes, combien il est préférable, à tous égards, d'avoir avec les municipalités des relations faciles, et à l'aide desquelles il est possible d'aplanir bien des difficultés administratives, et aussi d'abréger les délais de certaines formalités.

Le chef de section doit pourvoir à ce que le personnel puisse trouver des auberges pour se loger et se nourrir. Il ne faut pas que la section d'études soit obligée d'emporter des vivres pour une semaine. Cette question doit donc être prévue; car, plus les hommes sont bien nourris et bien logés, plus il est possible évidemment de compter sur leur concours.

En général, on fera bien de traiter verbalement dans chaque commune, avec un aubergiste, d'un prix déterminé par employé et par ouvrier; on obtiendra ainsi une forte réduction de prix en convenant d'avance, et on évitera des mécomptes d'autant plus désagréables qu'en général le chef de section est obligé de répondre pour la pension de ses hommes dans les auberges, car sans cette garantie, dans certaines contrées, neuf fois sur dix les ouvriers ne trouveraient ni à manger ni à coucher.

Du reste, le choix d'une auberge dans chaque commune offre l'avantage d'avoir là un pied-à-terre, où parvient la correspondance que l'on doit entretenir périodiquement et régulièrement avec la Compagnie.

De plus, dans chaque auberge il faut tâcher d'obtenir une chambre spécialement affectée au service du bureau, bureau dans lequel travaillent pendant les jours de pluie, de neige et de mauvais temps, tous les agents, et où s'installe le dessinateur pendant que les agents sont sur le terrain.

La longueur moyenne des communes traversées est à peu près de trois à quatre kilomètres, mais il n'est pas toujours possible de s'arrêter dans chaque commune; aussi nous avons remarqué, dans les études que nous avons dirigées, que le séjour dans chaque résidence est moyennement d'environ une semaine.

Lorsque les études doivent être faites par la même section sur toute une ligne, comme cela arrive pour la plupart des chemins de fer d'intérêt local, — et que ces études portent sur une longueur qui dépasse 25 kilomètres, — il est bon de louer un chariot pour la durée des études, pour le transport de tout le matériel, y compris les mâts ou balises; on trouve facilement un cheval de culture pour les transports partiels de résidence à résidence. Avant de partir, il faut s'assurer que la section possède sur le chariot les objets suivants :

Une petite voiture à bras et à coffre, très-légère;

50 petits jalons légers de 2 mètres;

20 jalons de 4 mètres, avec drapeaux servant de balises provisoires;

200 jalonnettes de 1 mètre (pour 10 kilomètres), en noisetier ou tout autre bois, bien droit et un peu flexible;

500 petites jalonnettes de 50 centimètres, pour tracer les courbes (à laisser sur le terrain);

25 piquets (par kilomètre) à section carrée (avec épaulement), pour piquetage.

40 piquets ronds par kilomètre de *courbe*, pour tracé des courbes (on espace les piquets de courbe de 20 en 20 mètres, excepté pour les courbes au-dessous de 300 mètres, où on réduit l'espacement de 10 mètres en 10 mètres);

Un pot de blanc (céruse ou zinc);

---

(1) Trop souvent les Compagnies n'ont pas suffisamment compris leur intérêt, et elles ont toléré des chefs de section qui, avec des procédés quelque peu cavaliers, agissent avec les habitants des campagnes un peu trop comme agirait l'ennemi en pays conquis; ce qui, à tous les points de vue, est blâmable et nuisible aux intérêts qui leur sont confiés.

Un pot de couleur (minimum) et un jeu de pinceaux ;

Une masse en fer, de 3 à 4 kilog., emmanchée, pour enfoncer les piquets ;

Une pince en fer rond, de 3 cent. de diamètre, avec tête et pointe pour la confection des trous et la pose des balises ;

Des clous, des pointes, un marteau, une tenaille, une serpe, une hache et une scie à main ;

6 chaînes à ruban d'acier, dont 3 de 20 mètres et leurs fiches ;

2 niveaux à bulle d'air, type à 120 fr. ;

Un pantomètre ou goniomètre ;

Une équerre en cuivre ;

Trois bâtons d'équerre bien confectionnés ;

Un niveau d'eau ;

Des mires parlantes et à voyants ;

Des plombs et fiches plombeuses.

Les instruments à lunette devront être transportés à dos d'hommes ; pour cela, on y adapte des lanières de cuir, et les boîtes sont transportées comme les sacs des soldats.

Quand on ne peut pas se procurer de balises le long de la ligne, il faut s'en munir avant de partir, et en compter deux ou trois par kilomètre d'étude ; dans ce cas on les choisit beaucoup plus légères.

Il est d'usage de surmonter chaque balise d'un drapeau *blanc et rouge* pour les sommets d'angles. Pour les longs alignements ou quelques points de courbes intéressants (milieu des grandes courbes ou bissectrice) on change les couleurs des drapeaux en *bleu et blanc* ; de cette façon on voit que seuls les drapeaux bleu et blanc, par exemple, indiquent l'axe d'étude de la ligne projetée.

Les pieds de tous les instruments devront, ainsi que les mires, être l'objet de beaucoup de soins lors des transports.

Enfin, on place sur le chariot un coffre contenant toutes les fournitures de bureau dont on peut avoir besoin en route.

Le chariot reçoit aussi les bagages de tout le personnel ; il est accompagné par un chef-ouvrier, qui est responsable des avaries de route. Les hommes suivent à pied, et ne doivent pas plus s'absenter dans les changements de résidence que s'ils étaient occupés sur le terrain. C'est le seul moyen pour les avoir prêts au travail à tout instant, et en même temps les empêcher d'abuser de leur séjour dans les auberges.

Inutile de dire que ceux qui auraient l'habitude de se mettre en état d'ivresse doivent être renvoyés sans aucune hésitation, fussent-ils même les plus capables ; car ils peuvent être causes des erreurs les plus graves, et empêchent toujours les autres ouvriers de travailler sérieusement.

PRATIQUE DU TERRAIN

INSTRUCTIONS A DONNER AUX OUVRIERS POUR OBTENIR L'EXACTITUDE ET LA RAPIDITÉ INDISPENSABLES AUX OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN.

Tracé.

Pour le tracé, les ouvriers sont porteurs de jalons, et suivent le chef-ouvrier. Celui-ci présente le jalon à l'opérateur, qui a l'œil fixé à la lunette du niveau du clitographe ou du théodolite.

L'opérateur tient un drapeau rouge et blanc, et fait les signaux. Dans les blés et les seigles, l'ouvrier ne pouvant voir les signaux, l'opérateur est muni d'un sifflet métallique à son aigu, et avertit l'ouvrier de ce qu'il a à faire. Pour cela on emploie certains sifflements conventionnels, absolument comme le sifflet à vapeur des locomotives ; par un temps calme le sifflet s'entend très-bien à un kilomètre ; du reste, au besoin on échelonne des ouvriers munis de sifflets qui répètent les signaux.

Le chef ouvrier qui présente le jalon à l'opérateur doit effacer son corps de la ligne, présenter le jalon en allongeant le bras droit s'il s'efface à droite de la ligne à tracer, le bras gauche s'il s'efface à gauche; il doit avoir constamment l'œil sur l'opérateur, lorsque les signaux se transmettent par gestes.

Il doit allonger le bras à la hauteur de la figure, tenir le jalon entre deux doigts, de manière à ce que le poids propre du jalon le tende vertical au sol; il doit avoir soin que la pointe en fer soit à $0^m,05$ au-dessus du sol, de manière à avancer ou reculer à volonté.

Sur le chantier, c'est-à-dire sur le terrain où l'on opère, ces instructions se résument ainsi, et l'homme doit les savoir par cœur :

« Effacer son corps de la ligne; tenir son jalon légèrement, entre deux doigts; placer la « main qui le porte à hauteur de la figure, et la pointe du jalon à $0^m,05$ de terre. »

Au commandement, ou au signal, *en avant*, l'ouvrier qui est sur la ligne marche en s'avançant d'un pas régulier : il ne s'arrête qu'au mot de *halte*.

Ce procédé est bien préférable à celui employé par certains opérateurs, et qui consiste à répéter les mots *en avant*, ou le geste qui l'indique, autant de fois que l'ouvrier doit faire de pas.

Lorsqu'on veut que l'ouvrier recule, on commande *en arrière;* on ajoute *doucement*, ou on ralentit les signaux lorsque l'ouvrier est presque arrivé au point désiré.

Les signaux pour redresser un jalon qui penche légèrement se font au-dessus de la tête de l'opérateur; l'ouvrier bien prévenu ne touche plus du tout au pied de son jalon et se contente de l'incliner.

Au commandement *en retraite*, tous les hommes reviennent près de l'opérateur, et on continue ainsi de suite. Il est entendu qu'il est formellement interdit aux ouvriers de chanter, causer ou fumer pendant le travail; il est bien préférable de leur accorder quelques minutes de repos dans l'intervalle de chaque séance.

Chaînage.

L'importance du chaînage exact se comprend facilement, il est inutile d'insister; mais pour obtenir ce résultat, il faut surveiller très-sérieusement les chaîneurs, obtenir d'eux qu'ils plantent les fiches bien verticalement et lorsque la chaîne est bien tendue. Il faut surtout faire attention à ne pas laisser prendre de mauvaises méthodes aux chaîneurs. Les hommes, lorsqu'ils se baissent pour planter leurs fiches, doivent s'asseoir sur le talon gauche et avoir l'œil, soit sur l'alignement (pour le chaîneur en avant), soit sur la chaîne (pour le chaîneur en arrière); ils doivent porter chacun leur fiche plombée, et s'en servir toutes les fois que la chaîne n'est plus à peu près horizontale. Le chef de brigade tient l'arrière de la chaîne ou surveille les chaîneurs, selon les difficultés à franchir; il est certains passages très-accidentés, où le conducteur lui-même doit prendre la chaîne en main.

Si, au bout de trois jours, les chaîneurs ne sont pas bien exercés, de deux choses l'une, ou ils y mettent de la mauvaise volonté, ou c'est de la négligence; il faut les renvoyer ou les occuper à porter les charges de piquets et de matériel, mais il ne faut plus leur remettre une chaîne en main.

Le chef-ouvrier répète aux chaîneurs le commandement : *la fiche droite*, chaque fois que celle-ci lui paraît incliner. Pour la chaîne en ruban d'acier, il faut exiger que le ruban soit toujours posé très-exactement *à plat* sur le sol; dans le cas contraire le chef-ouvrier commande la chaîne *à plat*. Cette position est très-importante pour pouvoir lire les divisions portées sur le ruban d'acier, et éviter aussi les nœuds et les cassures du ruban.

Lorsque, pour une cause ou une autre, les deux chaîneurs doivent prendre une longueur perpendiculairement à la ligne de chaînage (pour le tracé des courbes par exemple), l'opérateur commande alors *chaîne à droite* ou *chaîne à gauche*; le chaîneur d'arrière ne quitte pas la ligne *sans ordre*, celui d'avant se porte à dix mètres soit à droite, soit à gauche.

Les déplacements des chaîneurs de dix mètres en dix mètres ou de vingt mètres en vingt mètres, doivent se faire à un pas accéléré que l'on peut évaluer à $6^k,500$ par heure.

Nivellement.

Le chef-ouvrier porte le niveau, il acquiert vite l'habitude de le placer et de le buller pendant que l'opérateur calcule ses cotes séance tenante. Si la bulle dévie, l'ouvrier chef prévient l'opérateur ; au bout de quelques jours, l'ouvrier chef peut parfaitement lire la cote, et la dire après que l'opérateur a inscrit celle qu'il a lui-même lue.

On nivelle autant que possible avec deux mires et leur porteur, cela présente l'avantage d'aller bien plus vite. Ainsi, soient les points A N B N' C à niveler.

Je place le niveau au point N, j'ai un porte-mire qui est au point A et un autre qui est au B ; dès que j'ai lu la cote au point A, il se porte rapidement au point C ; pendant ce temps on lit la cote au point B, puis on fait transporter le niveau en N' ; lorsqu'on finit de buller le niveau, le porte-mire n° 1 est déjà au point C ; puis on lit la cote au point B et au point C, et le porte-mire n° 2 se met en route aussi rapidement ; de cette manière il n'y a presque pas de temps de perdu. On peut ainsi niveler facilement sept kilomètres par jour en prenant les ordonnées de tous les piquets intermédiaires, espacés d'environ quarante à cinquante mètres les uns des autres.

Nous ne pouvons terminer ce qui est relatif aux ouvriers, sans recommander aux chefs des opérateurs d'annoncer et d'accorder quelques gratifications mensuelles d'une ou deux journées, aux ouvriers qui se font remarquer par leur activité et leur dévouement ; ces légers sacrifices des Compagnies rendent parfois de grands services. Mais, en revanche, il faut rendre les ouvriers responsables de la perte des objets qui pourraient être volés facilement, tels que haches, serpes, marteaux, fiches plombeuses, etc.

Levé des courbes de niveau.

Pour lever rapidement et *sans calcul* les courbes de niveau, dans les coteaux à pentes à peu près régulières, voici le procédé que nous avons toujours employé avec succès, même pour les profils en travers ordinaires sur le versant des collines.

On élève sur l'axe d'étude un certain nombre de perpendiculaires; dans les avant-projets expéditifs on utilise une limite transversale de parcelles bien indiquée et bien repérée sur les calques du cadastre (1), et le porte-mire suit l'une ou l'autre de ces directions, de manière à poser sa mire sur le sol au premier signal de l'opérateur qui est au niveau à la lunette; il avance ou recule, selon les signaux. Quand l'opérateur a crié *bon !* ou fait un geste ayant la même signification, le porte-mire plante une petite jalonnette, et continue sa marche dans la même direction ; mais l'opérateur n'a crié *bon* que lorsque la cote lui correspondait à un nombre exact de mètres sans fraction. Ainsi il arrête le porte-mire d'abord, par exemple, à l'altitude 72 mètres au-dessus de la mer, puis à 73, puis à 74, et ainsi de suite. Un piqueur, accompagné de deux chaîneurs, fait mesurer les longueurs entre chaque coup. Or, on comprend de suite combien, après cela, il est facile de couvrir de courbes de niveau *très-exactes* tout un plan. Un opérateur actif et deux brigades, l'une qui élève les perpendiculaires en avant, l'autre qui chaîne en arrière, et reporte à la première brigade les jalonnettes, peuvent faire par jour une étendue considérable de plan coté très-exact et de la plus grande utilité pour la détermination de l'axe dans les contrées accidentées.

On rapporte ces courbes à l'échelle de $\frac{1}{2000}$ et l'on produit un excellent travail, très-utile à consulter, et dont nous donnons un spécimen planche 1.

Henri Ruelle,
Ingénieur civil, Chef de section au Chemin de fer de Sedan à Lérouville (Meuse).

(1) Lorsque l'on se sert du Cadastre, le nivellement, au lieu d'être conduit sur l'axe d'étude, est dirigé en suivant les chemins qui s'en écartent le moins, et des repères fixes sont déterminés sur les bornes, les plinthes d'aqueducs ou de ponts, les seuils des portes, etc.

§ 2. — Méthode combinée des Avant-projets et Études définitives.

Dans l'exécution du chemin de fer d'intérêt local de Barbezieux à Châteauneuf (Charente), M. Huguet, Ingénieur-Directeur de la ligne, a fait application d'une méthode expéditive, dont voici l'exposé (1).

Les études de l'avant-projet ont été faites dans le but de mettre à profit les opérations exécutées, pour servir aux études définitives.

Cette combinaison est très-économique toutes les fois que le nombre de variantes à étudier est circonscrit dans une région assez limitée pour que la définition précise du sol puisse toujours être utile, et ne soit pas perdue quel que soit le tracé définitif adopté.

Les opérations préliminaires ont consisté :

1° A étudier avec le plus grand soin la direction générale sur la carte de l'état-major au $\frac{1}{80.000}$.

2° Ce travail a été complété à l'aide de quelques reconnaissances effectuées sur le terrain, et qui ont permis de déterminer les points principaux formant le canevas sur des plans du cadastre à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$.

On a pu fixer ainsi de grandes lignes droites formant triangulation, qui ont été reportées sur le terrain, et sur les plans de détail du cadastre (plans parcellaires).

Le plan coté se fait sur les plans parcellaires, en prenant pour points à niveler les limites des cultures, les rencontres des limites de parcelles, etc.

3° Ces deux opérations terminées, on a pu relever sur le terrain un *plan coté*, s'étendant à 100 mètres de distance (soit 200 mètres de largeur totale), de chaque côté de l'axe, dans les parties en flanc de coteau, et 250 mètres de chaque en plaine, soit 500 mètres de largeur totale.

De cette manière, on est arrivé à *couvrir de cotes* une superficie suffisante pour l'étude ultérieure du tracé définitif.

Cette méthode est beaucoup plus rapide et plus économique que celle des profils en travers, et les résultats qu'elle nous a donnés sont on ne peut plus satisfaisants.

Toutefois, dans certaines parties du tracé extraordinairement accidentées, nous avons eu aussi recours au système des *profils en travers*, espacés de 20 mètres en 20 mètres, mais cela n'a été fait qu'exceptionnellement.

Le temps qui nous avait été accordé étant fort court, nous n'avons pas pu calculer les courbes de niveau pour l'*avant-projet;* ce travail n'a été fait que plus tard et pour les études définitives.

Néanmoins, avec un peu d'habitude des plans cotés, il est facile d'étudier un tracé, et nous avons pu présenter un plan général et un profil en long dont l'exactitude était déjà suffisante pour permettre de faire l'estimation de la ligne.

Les études définitives ne peuvent qu'apporter une amélioration, à tous les points de vue, au premier travail.

Il est juste d'ajouter que nous avons eu même des documents provenant du département et qui nous épargnèrent des tâtonnements inévitables.

En résumé, ce premier travail qui résumait notre avant-projet a duré deux mois et demi et nous a coûté 3,400 francs, soit environ 180 francs par kilomètre.

Depuis cette époque, j'ai eu l'occasion d'étudier un prolongement et, cette fois, j'ai dû faire un véritable avant-projet sur un terrain complétement neuf; j'ai appliqué la même méthode, mais sur une largeur beaucoup plus restreinte, 100 à 200 mètres environ; je suis arrivé à faire ce travail pour 50 francs environ du kilomètre, mais c'est là un résultat

(1) Nous publions, dans ses termes, la NOTE que M. Huguet a bien voulu nous adresser à ce sujet, pour lui laisser le caractère d'un document complet en lui-même, et que l'on pourra comparer aux instructions précédentes.

tout à fait économique et qui ne peut pas être donné comme exemple. Je pense que sur un terrain ordinaire on peut faire un avant-projet avec plan coté pour 150 francs par kilomètre.

Études définitives.

Une fois le profil et le plan de l'*avant-projet* déterminé, nous avons fait calculer les *courbes de niveau* de notre plan coté, et nous avons étudié les variantes ramenant le profil au maximum d'économie, en admettant les conditions suivantes :

1° Compensation des déblais et remblais;

2° Maximum de déclivité à $0^{m},015$;

3° Emploi exceptionnel des courbes à 300 de rayon;

4° Palier de 400 mètres aux stations principales et 300 aux petites stations;

5° Introduction de faibles déclivités entre les rampes placées sur chaque versant des faîtes. Introduction absolue de contre-pentes dans ces mêmes versants, c'est-à-dire de ne jamais perdre un mètre une fois qu'il était gagné.

Nous sommes parvenus à circonscrire les courbes de 300 de rayon sur un faible parcours et à ramener notre minimum à 500 mètres.

Les courbes de 300 mètres ont un développement total de $1708^{m},10$, dont une de $608^{m},77$ de longueur sert au raccordement avec la ligne des Charentes, dans la gare de Châteauneuf.

Parmi les conditions imposées, nous devions éviter les souterrains, les viaducs et, autant que possible, les passages supérieurs et inférieurs, pour ramener toutes les traversées de la ligne à la forme économique du passage à niveau qui, dans les lignes d'intérêt local, n'a généralement ni barrière ni maison de garde.

Nous devions éviter avec soin les prairies, qui atteignent des prix fort élevés dans le pays (15,000 à 20,000 francs l'hectare).

Nos études définitives ont été fort longues et trop coûteuses, par suite des exigences du pays, pour l'établissement de la gare, tête de ligne, qui nous a imposé à elle seule plus de 10 kilomètres de tracés définitifs inutiles.

(La gare pouvant être placée sur chacun des versants d'une crête séparant deux vallées secondaires, nous avons dû tracer et étudier définitivement deux directions dont le raccord ne s'effectuait qu'à 7 kilomètres.)

Il serait donc assez difficile de donner pour base le prix de nos études définitives, qui, par suite des faits signalés, a été trop coûteux.

Néanmoins, pour servir de comparaison, j'estime que nos études nous sont revenues à 1,460 francs du kilomètre, en y comprenant les rédactions des projets, métrés et estimations des terrassements et ouvrages d'art, rédaction des dossiers d'adjudication du tracé adopté, et frais d'administration et de direction.

Le chiffre total dépensé en études des divers projets, porte la dépense à 2,070 francs, car il a été fait 67,895 kilomètres d'études d'avant-projet, et 31,250 mètres d'études définitives pour $18,356^{m},56$ réels.

Tracé sur le terrain, et opérations accessoires.

Le tracé définitif a été fait de la manière suivante : des balises ont été placées à tous les sommets d'angle, et dans quelques alignements à grande longueur relative ou en parties accidentées. Les balises étaient peintes en rouge et blanc, seules couleurs visibles. Celles des sommets d'angle portaient des fanions triangulaires, et celles d'alignement, rectangulaires.

Le piquetage a été fait de la manière suivante : chaque tangente était déterminée par trois piquets placés normalement à l'axe, les courbes étaient tracées par points de 20 mètres et la bissectrice était marquée par trois piquets placés suivant la direction de la ligne.

Les hectomètres étaient déterminés par un gros piquet portant une encoche et une

plaque numérotée, l'encoche enfoncée à hauteur du sol, portant un clou servant de repère et dont la hauteur avait été déterminée à l'aide du niveau à bulle d'air. Entre chaque hectomètre on plaçait des piquets de profils déterminant exactement le relief du terrain; les piquets portaient aussi une plaque avec une lettre dont chaque série recommençait à chaque hectomètre. Des piquets de profil furent également placés à l'origine des déclivités.

L'axe parfaitement déterminé par les moyens détaillés ci-dessus, on a relevé sur chaque piquet hectométrique d'origine, de courbe, de bissectrice ou de profils, des profils en travers à 50 mètres de chaque côté.

Enfin, les chemins ou cours d'eau traversés ont eu chacun un plan spécial avec profil en long et profil en travers.

Les ouvrages situés en amont de la ligne ont tous été relevés pour bien déterminer les débouchés à donner.

Comme considération générale, il est bon de faire remarquer que les chemins d'intérêt local, destinés soit à raccorder des lignes du grand réseau, soit des localités importantes, présentent une assez grande difficulté. C'est que les grandes lignes ont toutes suivi des vallées et qu'aujourd'hui il faut, au contraire, traverser inévitablement les faîtes principaux et secondaires qui séparent les vallées.

HUGUET.
Ingénieur, Directeur du chemin de fer
de Barbezieux à Châteauneuf.

§ 3. — Méthode économique de M. Froyer,

Pour le tracé des courbes de niveau et des avant-projets.

La méthode que nous avons publiée sous ce titre, dans les *Nouvelles Annales de la construction*, de juin et juillet 1856, ne diffère pas sensiblement, en principe, des procédés décrits ci-dessus par MM. Henri RUELLE et HUGUET.

Elle a toutefois ce point de particulier, qu'elle ne présuppose pas *absolument* la possession préalable des cartes *cotées* de l'état-major, ni des cartes au quarante-millième de l'état-major, avec les courbes de niveau, et qui ne sont pas, comme nous l'avons vu, facilement accessibles à tout le monde.

Une bonne carte, un plan, d'origine quelconque, soit de l'état-major (échelle ordinaire au quatre-vingt-millième), soit du département, soit du cadastre, peut suffire pour base d'opération.

Il s'agit alors de tracer soi-même, et le plus rapidement possible, des courbes de niveau sur cette carte pour la compléter, et ceci se fait au moyen d'une opération spéciale sur le terrain.

Suivant la pente moyenne des terrains ou des coteaux, M. FROYER se donne des espacements de courbes de niveau à 1 mètre, 2 mètres, 5 mètres, etc.

Il se place successivement dans des points d'observation qui soient à un niveau *déterminé*, en partant d'un repère quelconque, origine des courbes à niveau, puis, plaçant en ce point un niveau à lunette d'une aussi longue portée que possible, il fait à chaque station tout le parcours de l'horizon en marquant sur la carte tous les points du terrain, d'une définition nette, qui sont successivement rencontrés par l'axe de la lunette. Au besoin, on y fait planter des jalons fixes.

En reportant ces points sur la carte, il est évident qu'ils seront tous sur une même courbe horizontale, et l'on peut ainsi avancer dans la vallée, en montant et en descendant, et définir une série complète de courbes horizontales aussi rapprochées que l'on voudra.

Cette méthode a cela de bon qu'elle est applicable, à titre de transition, à tous les pays où il n'existe pas de cartes de l'état-major, ou d'autres analogues, indiquant des cotes de

niveau; tandis que l'on peut toujours plus facilement se procurer des plans « par terre », quand ils ne seraient tracés que par les topographes ordinaires du pays, ou des provinces, ou bien par les géomètres particuliers des propriétaires de telle ou telle région.

Nous reproduisons encore ici la partie de la Méthode de M. Froyer, qui s'applique plus spécialement aux *travaux de* Bureau. On y trouvera quelques détails utiles, au point de vue du praticien.

Travaux de bureau.

Plans-minutes. — Après avoir réduit ou augmenté les plans d'ensemble, de façon à n'en former qu'un seul à l'échelle de 1/10,000, on procédera à l'étude du tracé en ayant soin d'éviter les crues, les terrains tourbeux, les marnes, etc.; on prendra aussi la différence des fonds de vallées avec le sommet des points de partage à franchir; enfin, on divisera la différence de hauteur par le maximum des pentes et rampes admises pour le tracé projeté.

La ligne étant arrêtée en plan, on y déterminera graphiquement les kilomètres qui seront divisés de 100 mètres en 100 mètres; les rayons des courbes y seront indiqués de la même manière.

Profil en long. Minute. — Une feuille de profil en long sera disposée, à cet effet, avec division en kilomètres et hectomètres, et chaque cote relevée sur le plan, d'après les courbes horizontales, sera reportée sur ce profil (1).

Les routes, chemins, sentiers, rivières, cours d'eau, ruisseaux, y seront indiqués à leurs places respectives; on y placera également les limites des départements, des arrondissements, des communes, avec la longueur de leur traversée.

Pourtant, avant de placer ces indications, il est prudent de rapporter d'abord le terrain à l'échelle, afin d'avoir le figuré et de s'assurer s'il y a lieu de conserver ou de modifier le tracé, soit en diminuant les pentes et rampes, soit en changeant les courbes, soit enfin en modifiant la direction du tracé.

Le tracé étant bien examiné, bien approfondi et comparé avec les difficultés signalées, sera passé à l'encre rouge et le plan sera complété.

Plans expédiés. — Le tracé étant définitivement arrêté sur les plans, on indiquera, le long de la ligne, les ouvrages d'art et les déviations avec leurs numéros d'ordre. La série des ouvrages d'art sera décomposée sur le profil en long et reportée sur les plans dans l'ordre suivant :

1° Souterrains et viaducs;

2° Grands ponts sur rivières et fleuves;

3° Ponts sur cours d'eau, de 10 mètres d'ouverture et au-dessus;

4° Ponts de 7 à 10 mètres;

5° Ponts de 4 à 7 mètres;

6° Ponceaux de $2^m,50$ à $3^m,50$;

7° Aqueducs de $0^m,50$ à 2 mètres;

8° Passages en dessus ou en dessous pour routes nationales;

9° Passages en dessus et en dessous, pour routes départementales, chemins de grande communication et chemins ruraux;

10° Passages à niveau;

11° Déviations, en indiquant les largeurs.

Chaque ouvrage, ainsi désigné, aura une série de numéros d'ordre; de cette manière, le dernier indiqué au profil en long donnera le nombre total de la série à laquelle il appartient, et ainsi des autres.

La minute des plans ainsi arrêtée, l'expédition pourra en être faite en autographie ou autrement; dans le premier cas, il convient de disposer les plans, au moyen de soufflets,

---

(1) Le papier quadrillé en gris-bleu, au millimètre, ou aux 5 millièmes, est très-commode pour rapporter les profils en long, avec exactitude et rapidité.

en une bande ayant 25 à 30 centimètres de hauteur de dessin. Cette même bande pourra encore être divisée en feuilles de $0^m,60$ de largeur, qui seront collées sur une feuille de papier blanc : c'est, en effet, la dimension la plus convenable pour faire tirer sur pierres *raisin* ($0^m,48$ sur $0^m,60$), celles qui sont les plus usuelles, et que l'on peut trouver en plus grand nombre. Elle est aussi d'accord avec le format ministériel : 21 sur 31 cent.

Pour bien repérer les courbes, et afin de bien ajuster les feuilles entre elles, une ligne sera tracée suivant l'axe prolongé des alignements droits, avec un T à chaque bout $\overset{\text{axe}}{\text{T}}$ *feuille* $\overset{\text{axe}}{\text{T}}$ et un petit trait à chaque angle, de manière à faciliter le collage.

Profil en long. Expéditions. — Après avoir indiqué sur le profil en long la longueur de chaque commune traversée, celle des paliers, pentes et rampes, les travaux d'art, etc., on procédera au calcul des terrassements en commençant par les cotes du projet de 100 en 100 mètres, et en établissant la différence avec celles du terrain. Les cotes du projet devront toujours être celles des terrassements, et non celles des rails.

Comme profil en travers pour les terrassements, on adoptera le plus usité ; ces profils ne diffèrent d'ailleurs que très-peu entre eux ; les calculs seront faits pour une ou pour deux voies.

Le profil en long complété sera alors expédié sur calque ou en autographie ; dans ce dernier cas, il sera procédé comme nous l'avons dit plus haut pour l'expédition des plans ; seulement on le coupera ou on le laissera d'une seule bande, et la division des feuilles devra toujours, autant que possible, être faite au tiers ou aux deux tiers d'un hectomètre et à 2 ou 3 centimètres avant ou après le kilomètre.

Le profil en long sera divisé en deux parties : la première, en noir, comprenant toutes les données relevées sur le terrain, telles que : profil du terrain, ordonnées, cotes du terrain, distance des communes partielles ou progressives, numéros des piquets, kilomètres, routes, chemins, rivières, cours d'eau traversés, ainsi que quelques repères ; la deuxième, en rouge, indiquera toutes les données relatives au projet, telles que : cotes rouges en général, travaux d'art, alignements droits, pentes, rampes et courbes.

Expéditions par la méthode ordinaire : Calques. — La méthode ordinaire, qui consiste à faire des calques, demande beaucoup de temps et d'argent, et a de plus l'inconvénient de dénaturer les plans par des oublis presque inévitables, le profil en long par des cotes mal lues et par suite mal copiées, des omissions, etc., et ce n'est qu'en collationnant ensuite avec un soin et une patience extrêmes que l'on arrive à atténuer, sinon à supprimer entièrement ces erreurs préjudiciables.

Expéditions par la méthode nouvelle : Autographies. — En faisant autographier, au contraire, c'est-à-dire faire une seule expédition revue et corrigée avec soin sur l'épreuve, non-seulement on abrége considérablement le travail, mais on obtient vingt exemplaires irréprochables du même dessin pour le prix de trois calques souvent inexacts ; de plus, les vingt copies sont exactement semblables.

S'il s'agit d'un tirage plus considérable, le résultat est meilleur encore, car l'autographie remplit parfaitement le but et à des prix très-modérés. On peut d'ailleurs faire les plans et profils en long d'une seule couleur, d'où il résulte une économie nouvelle ; on peut simplifier les plans en supprimant les courbes, etc. Mais, dans aucun cas, les cotes de détail ne seront tirées sur les expéditions ; on y mettra seulement des repères, à raison de deux ou trois par feuille.

Les applications nombreuses faites par M. Froyer, notamment à la sortie de Salins vers la Suisse, dans une vallée très-difficile ; puis le long du lac de Genève, de Vevey à Saint-Maurice, sous les ordres de M. Lalanne ; puis en Espagne, pour la ligne de Saragosse à Miranda, dans une série de vallées tourmentées et sinueuses, où il n'existe aucun plan fait d'avance, ont démontré victorieusement que sa méthode donnait partout des résultats aussi rapides et aussi sûrs que dans les pays les plus faciles et les mieux connus.

Nous terminerons cette note de M. Froyer, par un tableau détaillé du prix de revient d'un kilomètre d'études faites suivant la méthode de cet ingénieur. Cette dépense varie, comme on le verra, entre 75 et 100 francs par kilomètre mesuré sur le profil en long.

DÉTAIL DU PRIX DE REVIENT D'UN KILOMÈTRE D'ÉTUDES.

DÉSIGNATION DES TRAVAUX.	TERRAIN ORDINAIRE.	TERRAIN ACCIDENTÉ.
OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN.	fr.	fr.
1° Calques du cadastre, pris dans les communes	4.00	6.00
2° Nivellement en long au niveau à bulle d'air	20.00	30.00
3° — profils en travers et cotes accessoires	10.00	15.00
4° Tracé des courbes horizontales et addition des cotes	18.00	24.00
5° Sommes à valoir pour frais de voyage, dépréciation et réparation d'instruments	15.00	20.00
TOTAL	67.00	95.00
TRAVAUX DE BUREAUX.		
1° Réduction ou augmentation des plans	2.00	2.00
2° Etude du tracé et construction de la minute du profil en long	10.00	15.00
3° Calculs des terrassements et des cotes rouges	5.00	7.50
4° Devis et détail approximatif	5.00	7.50
5° Expédition du plan à 1/10000; 20 exemplaires, dont 5 à 6 coloriés seulement	12.00	15.00
6° Expédition du profil en long; 20 exemplaires comme dessus, le tout plié 21 sur 31, avec titre	15.00	18.00
TOTAL GÉNÉRAL	116.00	159.00

Il faut toutefois faire, au sujet de ces chiffres, les mêmes réserves de plus-values éventuelles en cas de mauvais temps, ou pour frais d'administration d'Ingénieur ou de Direction, que nous avons déjà indiquées plus haut (pages 17 et 24).

§ 4. — Cas où il n'existe pas de Cartes d'État-Major ni autres analogues.

Méthode d'études par cheminement, ou procédé de La Rua.

Nous terminerons cet exposé des différentes méthodes d'études, par l'examen du cas particulier où, comme cela arrive par exemple dans certaines régions de l'Espagne, du Portugal, de l'Algérie, de l'Asie mineure, de l'Empire ottoman, en Amérique, en Inde ou en Australie, il n'existe pas encore de cartes d'état-major proprement dites, ou même aucune carte topographique régulière de telle ou telle région.

En plaine, c'est-à-dire dans des pays comme les steppes de l'Ouest américain, de la Russie méridionale, de la Metidja, du Sahara, il est facile de s'en tirer au moyen d'une série d'alignements droits, piquetés à la boussole et au théodolithe.

Les atlas de géographie, à la plus grande échelle possible, se trouvent, par cartes détachées, chez Andriveau-Goujon, rue du Bac, 21 ; Chaix, 20, rue Bergère ; Clérot, 23, quai Malaquais ; Danlos, 7, quai Malaquais ; Logerot, 55, quai des Grands-Augustins.

Ces cartes, sauf lacunes, peuvent donner tout d'abord les directions angulaires des alignements droits sur le méridien de chaque point, ou sur le parallèle correspondant.

Ainsi, par exemple, lorsque l'on a décidé le tracé du grand chemin de fer du Pacifique, conduisant de New-York à San Francisco, par le Fare-West américain (une des plus colossales entreprises modernes), on a bien dû établir la majeure partie de cette ligne de 4,200 kilomètres, soit plus de mille lieues, entre le 38e et le 42e parallèle, sans autres guides que les instruments de précision qui servent, dans la marine, à tracer des itinéraires déterminés à la surface de l'Océan.

On emmenait les rails avec la brigade topographique, et on les posait au fur et à mesure que les opérations avançaient, en se dirigeant successivement vers les principaux points que la reconnaissance générale et la pratique du terrain avaient fixés d'avance, c'est-à-dire suivant l'itinéraire des expéditions faites par les pionniers et les émigrants.

Quand les rails étaient posés sur une certaine étendue, les locomotives et trains de service suivaient et apportaient au fur et à mesure les rails, le matériel et les pièces de construction nécessaires pour les bâtiments, les ponts, etc.

Quand on rencontrait un obstacle de nature à arrêter trop longtemps les travaux, on passait au delà, pour la pose de la voie, et l'on restait en arrière pour la construction du pont ou le percement du tunnel...

Il faut avouer que ce mode de procéder est tout à fait américain, et que, forcément, il entraîne des erreurs et des mécomptes, parce qu'au lieu de passer au point le plus favorable, on a bien pu se décider, quelquefois, pour la région la plus facilement accessible tout d'abord.

Le passage à travers les nombreuses tribus indiennes, hostiles à la civilisation, que l'on rencontre dans toute la seconde moitié du tracé, sur une étendue de plus de 2,000 kilomètres, n'était pas non plus une des moindres difficultés de l'entreprise, et a dû souvent modifier les prévisions premières, pour ne pas heurter trop absolument les usages ou les droits existants de ces populations.

Les principales difficultés ont été rencontrées au passage des Montagnes Rocheuses (suite de la Cordilière des Andes), au dernier quart du parcours, de New-York à San Francisco, et aussi à la traversée des monts Wahsatch, qui dominent le territoire des Mormons (Utah).

C'est entre ces deux chaînes de montagnes que l'on a dû faire le plus grand nombre d'ouvrages d'art : aussi la subvention du gouvernement de l'Union s'est-elle élevée à 48,000 dollars par mille (soit 150,000 fr. par kilomètre), tandis qu'elle n'était que de 16,000 dollars (soit 50,000 fr. par kilomètre) en plaine.

Mais les ingénieurs n'ont pas traversé violemment les difficultés : ils les ont généralement tournées, et, pour franchir le faîte principal, un seul tunnel, long d'environ 4,700 mètres, a été percé dans tout le parcours de la ligne.

Ainsi, il est à remarquer que le plus grand chemin de fer du globe terrestre (du moins jusqu'à présent) a aussi été le plus économique, le plus rapidement construit, et sera probablement un jour aussi parmi les plus productifs par kilomètre de trafic.

Tracés faits en Espagne et en Portugal.

MÉTHODE DE LA RUA.

Mais on ne rencontre pas toujours aussi de telles conditions, c'est-à-dire des plaines immenses où l'on puisse s'étendre à son gré dans toutes les directions, et où cependant les données précises de la topographie manquent complétement.

En Espagne, que l'on peut prendre pour exemple-type d'un pays traversé dans tous les sens par des chaînes de montagnes désertes et inconnues, on a dû procéder autrement pour trouver le meilleur tracé des divers chemins de fer dans les régions les plus difficiles.

M. DE LA RUA, ingénieur des ponts et chaussées d'Espagne, nous a fait part des procédés qu'il a employés dans ce cas, et qui ont été appliqués, notamment, aux sections d'*Avila à Valladolid* (nord d'Espagne), de *Madrid au Guadarrama* (id.), de *Saragosse à Pampelune*, à l'avant-projet de *Pampelune à Irun*, d'*Irun à San Sébastien*, etc.

Le principe de la méthode consiste à procéder par « *cheminement* » en partant toujours des cols les plus élevés, ou des passages indiqués comme possibles, dans une reconnaissance générale préalable, ou par l'aspect des cartes de géographie, puis en descendant des deux côtés, et en définissant les polygones à double courbure qui constituent les tracés, 1° par leurs angles avec la boussole, dans les alignements droits successifs en plan ; 2° par

leurs angles avec le plan horizontal, mesurés à l'*éclimètre* ou au *théodolithe*; 3° par le chainage répété, et le plus exact possible, de tous les côtés du polygone formant le cheminement, c'est-à-dire le canevas ou le polygone de repère du tracé.

Ainsi, par exemple, à Pampelune, on est parti de la cote 417 à la station de Pampelune, et l'on est arrivé au niveau de la mer près San Sébastien et Irun, avec une cote presque égale à zéro, à quelques centimètres près.

C'était un excellent contrôle de la méthode.

Chaque ligne du polygone est d'ailleurs définie par trois données :

1° Son *point d'origine* (extrémité de la ligne précédente) ;

2° Sa *déviation*, à droite ou à gauche, par l'angle de déclinaison indiqué par la boussole ;

3° Sa *montée* ou sa *descente* dans le plan vertical, donné par le cercle vertical de la boussole ou du théodolithe. Toutes ces mesures, prises sur le terrain, sont transcrites, au fur et à mesure, dans un carnet spécial, disposé ainsi qu'il suit. (*Voir ci-après*, p. 31.)

On conçoit qu'en définissant ainsi une série de lignes ou *variantes* partant, soit d'un col, soit d'un autre, ou d'une station déterminée, en cheminant vers un point marqué, on arrive à constituer géométriquement dans l'espace, une sorte de représentation définie du terrain, c'est-à-dire un ensemble de points par lesquels passe la surface générale du pays, ce qui en constitue alors la notion topographique précise.

Et on peut ajouter qu'en la définissant seulement dans les points qui peuvent être « probables » comme passages, on arrive au minimum de frais d'études générales, et l'on peut même utiliser les tracés provisoires pour les études définitives, lorsque le terrain n'est pas trop compliqué pour craindre les chances d'erreurs.

En résumé, lorsque la carte topographique d'un pays n'existe pas, il faut bien en quelque sorte la faire : le tout est de n'en faire que ce qui est strictement indispensable, en n'explorant et en ne définissant géométriquement que les régions possibles *a priori* pour le tracé du chemin de fer.

Et nous terminerons, comme nous l'avons déjà dit en commençant, par rappeler que ce jugement d'intuition est toujours le meilleur point de départ pour arriver à économiser des frais inutiles, et à éviter de longs tâtonnements.

En un mot, toutes les méthodes sont bonnes entre les mains d'un opérateur habile, et toutes sont mauvaises lorsque l'on n'a que la théorie ou l'inexpérience pour guide, et que l'on s'avance dans un pays en quelque sorte les yeux fermés.

§ 5. — Du tracé des courbes.

La partie la plus difficile du tracé des chemins de fer consiste dans le piquetage exact des courbes de raccordement qui doivent relier entre eux les divers alignements droits successifs, horizontaux, ascendants ou descendants.

Le *rayon minimum des courbes* admissibles dans un chemin de fer déterminé étant prescrit par les cahiers des charges, il s'agit d'abord, autant que possible, de ne pas atteindre cette limite, car le service se fera d'autant mieux que le rayon des courbes sera grand; puis ensuite, lorsque l'on ne peut pas faire autrement, et lorsque même la limite peut paraître gênante, il s'agit de développer le tracé de telle sorte que les courbes minimum restent possibles, comme solution courante, sans trop de remblais ni de déblais.

On sait qu'avec les machines ordinaires à bâti rigide d'une seule pièce, avec 4 ou 6 roues couplées, on a dû admettre comme minimum du rayon des courbes 300 mètres.

C'est le chiffre fixé par la plupart des cahiers des charges encore en vigueur, et prescrits chaque jour.

Ainsi, pour le plateau central de l'Auvergne, dans le Jura, en Suisse, on s'est imposé cette limite; mais lorsque les machines sont de très-petite dimension, comme pour les chemins de fer industriels, et qu'alors les points de contact des roues d'avant et d'ar-

N° d'ordre de la Station	ANGLES (en plan).	DISTANCES		ANGLES VERTICAUX		DIFFÉRENCES DE NIVEAU		COTES OU ORDONNÉES		TERRASSEMENTS		OBSERVATIONS PROFILS. — NOTES.
		partielles.	de l'origine.	en rampe.	en pente.	en montant.	en descendant.	Noires.	Rouges.	Remblais.	Déblais.	

rière de la locomotive sont assez rapprochés pour que le rectangle de ces points de contact puisse être inscrit facilement dans la courbe des rails, avec un faible jeu latéral des rails, d'une part, et avec un léger déplacement des points de contact sur les bandages, on conçoit que la limite peut être abaissée à 200 mètres et même à 150 mètres, etc. C'est ce qui a eu lieu, notamment, pour le chemin de fer industriel de Lagny à Villeneuve (Seine-et-Marne).

Enfin, si l'on admet l'emploi courant des *machines articulées*, à 2 trains en quelque sorte indépendants, ayant chacun une distance de $1^{m},20$ seulement entre les points de contact des deux paires de roues couplées, on peut entrer et circuler aisément dans des courbes de 100 mètres et même 50 mètres; en un mot, la limite de prudence et de facilité des courbes s'abaisse d'autant plus que le système du moteur, et ensuite celui des trains de wagons, comporte une plus faible distance entre les points de contact d'une roue à l'autre, lorsque ces deux roues sont maintenues dans un même plan vertical, ou, tout au moins, que leurs essieux restent parallèles par nécessité de construction ou de stabilité.

De la limite des courbes.

Il ne faudrait pas croire, cependant, qu'il soit désirable d'abaisser indéfiniment la limite inférieure des courbes, et que l'idéal d'un chemin de fer serait d'admettre des courbes de 10 mètres ou de 5 mètres de rayon; il ne faut pas oublier que le déraillement est aussi d'autant plus à craindre que les courbes sont plus raides et que la vitesse est plus grande.

Aux chemins de fer à grande vitesse, les courbes à grands rayons; aux chemins à petite vitesse, les courbes à petits rayons; c'est ce qu'indique la logique naturelle des choses, et il n'y a aucun mérite à adopter *inutilement* des tracés compliqués de courbes à trop petits rayons.

Méthodes diverses pour le tracé des courbes.

Comme pour les études d'ensemble le tracé des courbes peut se faire suivant diverses méthodes, il n'entre pas dans notre programme de les détailler ici, car il y a des Traités spéciaux destinés à cet effet.

Nous dirons seulement que la méthode le plus ordinairement suivie consiste à prendre pour base le tracé préalable des cordes successives des courbes, des demi-courbes, des quarts de courbes, etc., en relevant sur des tables spéciales, calculées d'avance, la valeur des flèches, des bissectrices, ou des tangentes qui correspondent à une courbe d'un rayon déterminé (minimum ou autre), inscrite dans un angle donné par les deux alignements droits qu'on veut raccorder.

On a pour cela :

1° La MÉTHODE GAUNIN (*Tables trigonométriques pour le tracé des chemins de fer*), exprimant la longueur naturelle des *sinus* — *sinus verse* — *cosinus* — *cosinus verse* — *tangentes* — *cotangentes* — *sécantes* — *cosécantes;*

Puis, des *arcs* et de leurs compléments, des demi-cordes et des flèches, des abscisses et des ordonnées du cercle, en fonction des tangentes.

M. Jules GAUNIN est Conducteur des ponts et chaussées, chef de section au service des études de la Compagnie d'Orléans.

Son ouvrage est publié chez Dunod, éditeur, 49, quai des Grands-Augustins, 1862.

Dans cette méthode, on peut prendre à volonté, pour base d'opération, soit la tangente (prolongation de l'alignement droit), si elle est plus facilement accessible sur le terrain, — soit la corde ou les demi-cordes successives dont on part ensuite pour déterminer une série de points suffisants de la courbe par élévation d'abscisses, ou parallèles à la flèche de chaque arc partiel.

2° Méthode Jacquet. — D'autres tables, également employées par les opérateurs, sont celles qui ont été publiées par M. Jacquet.

Elles ne diffèrent des précédentes que parce qu'elles sont un peu plus simples, et peut-être plus facilement accessibles aux commençants.

Nous citerons encore :

3° Les Tables de Vasselon qui font partie de son *Carnet du Conducteur de travaux*, recueil de formules, tables, renseignements pratiques, etc., édité par le *Journal des Travaux publics*, 1870 (pages 52 à 97).

4° Les Tables de Chaix, comprises dans le *Vade-mecum de l'Ingénieur des chemins de fer*, « donnant des Méthodes nouvelles, exactes et faciles, pour le tracé des courbes des « chemins de fer, des changements et croisements de voies, le calcul des déblais et « remblais, le nivellement, etc.; »

Par Olivier Byrne, Ingénieur ; traduit de l'anglais par José Brandon, et édité par Napoléon Chaix et Cᵉ, rue Bergère, 20 (Imprimerie et librairie centrale des chemins de fer).

Le chapitre qui concerne les tracés des courbes occupe toute la première moitié de cet ouvrage, et comporte de nombreux problèmes et tableaux.

5° Nous citerons encore une ingénieuse Méthode pratique pour simplifier le tracé de l'arc de cercle, qui est due à M. O. Fépoux, Conducteur des ponts et chaussées, attaché au service du canal de la Marne au Rhin.

Il consiste à rendre le tracé de l'arc de cercle aussi facile sur le terrain que celui de la parabole, ou de la courbe à flèches proportionnelles, que beaucoup d'opérateurs substituent à l'arc de cercle.

Pour cela, il se base sur cette loi que : « L'abscisse du sommet d'un arc de cercle, me-« surée sur la tangente, est égale à la demi-corde de l'arc, et que l'ordonnée est égale à « la flèche, » et alors, sur le terrain la question se ramène à trouver, le long de la bissectrice de chaque angle, correspondant à une portion de cercle, le point précis qui est le sommet de l'arc de cercle, à égale distance de la corde et des deux tangentes.

Lorsque l'on a trouvé le point sommet de l'arc principal, ou entier, on cherche de même le sommet de chaque moitié, puis de chaque quart, etc.

M. Fépoux a traduit cette Méthode par des tables qu'il se propose de publier, et aussitôt nous en donnerons une connaissance détaillée à nos lecteurs, par la voie des *Annales de la Construction* ou dans la deuxième édition du présent ouvrage.

On comprend que nous ne puissions entrer ici dans le détail de toutes ces Méthodes, purement géométriques. Nous reproduirions un Traité de topographie et, de même que nous supposons nos lecteurs au courant de tout ce qui concerne les opérations élémentaires du nivellement, du levé des plans, et de l'usage des instruments, nous préférons nous borner à indiquer les Traités spéciaux concernant ces matières.

C. A. Oppermann.

CHAPITRE III

INSTRUCTION MINISTÉRIELLE

POUR LE

CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX (1)

EXPOSÉ

Les chemins de fer concédés par l'État aux Compagnies sont construits par ces dernières sous le contrôle et la surveillance du gouvernement.

Un décret concède ces voies de communication pour quatre-vingt-dix-neuf années pendant lesquelles elles forment la propriété particulière de la Compagnie concessionnaire, et un cahier des charges qui sont imposées à cette dernière est joint au décret.

A l'expiration de la concession, la voie ferrée et toutes ses dépendances rentreront dans le domaine public, et seront régies par l'État.

Les voies ferrées sont concédées à des Compagnies constituées de façon à présenter des garanties suffisantes; elles peuvent être subventionnées pendant l'exécution : par l'État, les Départements, ou même par les Communes, dans le cas où il s'agit de chemins de fer d'un intérêt stratégique, départemental ou local. Une fois la concession faite à titre définitif, la Compagnie est autorisée à contracter un emprunt, tant en actions qu'en obligations, pour le montant présumé de toutes les dépenses à faire pour l'exécution des travaux, l'amortissement du capital et le service des intérêts pendant ce laps de temps. Chaque actionnaire fait partie intégrante de la Compagnie, et les détenteurs d'obligations en sont les créanciers; le capital en actions se trouve donc hypothéqué par cette créance, et doit lui offrir une garantie suffisante.

Comme nous le signalons plus haut, une ligne peut être subventionnée lorsqu'elle offre un intérêt en quelque sorte purement Stratégique, Départemental ou Local; dans ce cas, la subvention est versée à la Compagnie au fur et à mesure de l'avancement des travaux, et peut en outre se continuer pendant l'exploitation à titre de garantie d'intérêts, lorsque les revenus sont trop faibles.

L'État peut toujours entrer en possession du chemin de fer, moyennant une indemnité calculée sur les revenus des cinq dernières années d'exploitation, sauf les retenues qu'il y aurait à faire pour travaux d'urgence.

Le fait de la rentrée dans le domaine public de tous les chemins de fer à l'expiration de la concession, et des diverses charges imposées à la Compagnie pendant la durée de la concession, a rendu nécessaire l'installation d'un contrôle régulier.

1° *Personnel du Contrôle.*

Le personnel du contrôle est placé sous les ordres directs des Ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, et centralisé dans les bureaux, où il s'occupe de l'instruction des projets, des demandes, réclamations, etc., de la tenue du bureau en ce qui concerne le service; ils font, en outre, les tournées que réclame le service.

---

(1) Ce chapitre reproduit les instructions manuscrites et confidentielles données par le *Ministère des travaux publics* à ses représentants.

On y trouvera quelques analogies et répétitions de détail avec ce qui précède; mais nous avons tenu à le donner intégralement et conforme à sa rédaction authentique.

Les conducteurs des ponts et chaussées et les garde-mines attachés à ce service, doivent, aussitôt que possible, se mettre en relation avec les maires des communes traversées, les agents de la Compagnie, chargés du service de construction ou d'exploitation, et autant que possible avec les divers services publics intéressés ; par ce moyen, ils se facilitent pour l'avenir les relations que leurs fonctions peuvent amener dans le cours du service, et sont tenus au courant de tout ce qui peut survenir les intéressant.

Dans leurs relations, ces agents ne doivent pas oublier le caractère spécial d'observation et d'information dont ils sont revêtus ; leur mission consiste à voir et à rendre compte.

2° *Projet de tracé et de terrassements.*

Le décret de concession confère en même temps à la construction un titre d'utilité publique, et la fait participer à tous les bénéfices accordés en ce cas ; la Compagnie est, dès lors, par une décision ministérielle ou un arrêté préfectoral rendu sur sa demande, autorisée à faire toutes les études nécessaires pour des dispositions à adopter dans l'établissement du chemin de fer ; elle rédige ensuite un projet d'ensemble qu'elle soumet à l'approbation supérieure, et ne peut commencer aucun travail avant l'intervention d'une décision ministérielle approbative.

Ce projet, que la Compagnie présentera sous le titre : *Tracé et terrassements*, comprend une carte au $\frac{1}{80.000}$, lorsqu'il y a plusieurs directions étudiées (1), un plan au $\frac{1}{10.000}$, un profil en long au $\frac{1}{5.000}$ et $\frac{1}{10.000}$, des profils en travers au $\frac{1}{50}$, un devis descriptif et un mémoire justificatif ou rapport. Le plan indique la configuration du sol au moyen de courbes de niveau ou autrement, et comprend le tracé avec indication des rayons, tangentes, angles, etc., des courbes, les ouvrages d'art prévus, ainsi que les stations projetées ; le profil en long reproduit sensiblement ces indications ; le devis descriptif donne, d'une manière sommaire, les dispositions projetées, et le mémoire les justifie (2).

Ces projets, une fois arrêtés, sont adressés au ministre pour approbation, qui les renvoie au service du contrôle pour instruction et avis. C'est ce qui donne lieu, de la part de ce service, à une instruction au sujet de laquelle nous allons entrer dans quelques détails.

Afin de ne rien préjuger en adoptant un tracé qui léserait quelques intérêts généraux ou particuliers, les dispositions prévues par la Compagnie sont connues par le contrôle aux différents services intéressés, chacun en ce qui les concerne, et ces communications font l'objet de conférences dont les procès-verbaux sont résumés dans un rapport de l'ingénieur ordinaire du contrôle. Ces conférences ont lieu avec les chefs de service des chemins vicinaux, les ingénieurs des ponts et chaussées chargés des services des routes et hydrauliques, le chef du génie militaire, lorsque le tracé passe dans les zones de servitudes aux abords des places fortes, des postes militaires et dans les zones frontières.

1° Il doit en outre être ouvert des conférences des douanes, lorsque le tracé passe dans les zones frontières, pour déterminer les mesures propres à assurer ce service dans les stations frontières ou en différents points de la ligne.

2° Avec le service de la navigation, quand le tracé coupe des cours d'eau navigables ou flottables, pour les mesures à prendre dans le but de ne pas gêner ni entraver ce service.

3° Avec le contrôle de l'exploitation, pour les embranchements sur une ligne en exploitation entraînant quelques modifications aux ouvrages de cette ligne, afin d'arrêter les détails de ces modifications et prendre les mesures propres à ne pas entraver le service de la ligne en exploitation.

---

(1) Cette échelle (qui est celle de l'état-major) peut être considérée comme un minimum. On acceptera toujours, aussi bien, l'échelle de 1/40,000 (grande carte de l'état-major), si les Ingénieurs de la Compagnie le préfèrent ainsi.

(2) On trouvera plus loin les modèles détaillés de chacune de ces pièces, et une étude tout à fait complète sur le mécanisme administratif des demandes de concession, enquêtes et exécutions de travaux. La présente instruction est plutôt rédigée au point de vue du contrôle qu'à celui des Compagnies.

L'ingénieur des Ponts et Chaussées chargé d'un arrondissement traversé par un chemin de fer est presque toujours chargé du contrôle des travaux, et dans ce cas, les conférences à ouvrir, pour les services dont il est chargé, n'en sont pas moins nécessaires, et sont faites au deuxième degré entre les ingénieurs en chef des services auxquels il est attaché; la conférence au premier degré est alors remplacée par un exposé de l'ingénieur du contrôle destiné à servir de base à la conférence à ouvrir au deuxième degré.

Les *procès-verbaux des conférences* comportent un entête à peu près général, indicatif du projet présenté et des services en conférence, puis la formule d'entrée en conférence; l'ingénieur du contrôle fait ensuite un exposé de l'affaire, sans justifier les dispositions arrêtées par la Compagnie; la discussion s'engage ensuite entre l'ingénieur du contrôle et la partie adverse, et leurs avis sont consignés *en regard l'un de l'autre*. Le procès-verbal est alors clôturé, puis transmis par l'ingénieur du contrôle à la Compagnie qui combat les arguments élevés contre ses projets. Les avis contradictoires et les observations de la Compagnie sont rapprochés et discutés par l'ingénieur du contrôle, qui conclut dans son rapport général.

Les procès-verbaux de conférence terminés, il en est dressé des *expéditions* en nombre suffisant pour que les services intéressés soient munis de ces pièces pour les besoins de leurs services.

Voici le nombre des expéditions à faire du procès-verbal de chaque conférence.

Conférences avec le Génie. 8 EXPÉDITIONS. —	3 *pour le Génie.* 1 pour le chef du génie; 1 pour le directeur des fortifications et l'autre pour le Ministre de la guerre. 3 *pour l'ingénieur en chef du contrôle.* 1 pour l'administration; 1 pour le service de la conférence entre lui et le directeur des fortifications, et l'autre pour ses archives. 1 pour l'ingénieur du contrôle. 1 pour la Compagnie.
Conférences avec les services des routes, hydrauliques de la navigation et du contrôle de l'exploitation. 6 EXPÉDITIONS. —	2 *pour l'ingénieur ordinaire du service en conférence*, dont 1 pour l'Ingénieur en chef de ce service. 2 *pour l'Ingénieur en chef du contrôle*, dont 1 pour l'administration et l'autre pour les archives. 1 pour la Compagnie. 1 pour l'Ingénieur ordinaire du contrôle.
Conférences avec les services des douanes et vicinal. 5 EXPÉDITIONS. —	1 pour chaque service en conférence. 2 *pour l'Ingénieur en chef du contrôle.* 1 — ordinaire — 1 pour la Compagnie.

Ces conférences terminées, l'ingénieur du contrôle procède à la rédaction de son rapport; il donne un exposé général de l'affaire, un examen au point de vue des diverses conférences ouvertes, du cahier des charges, et sous le rapport technique, puis un résumé général et une discussion qui clôturent les conclusions.

Nous venons d'indiquer, d'une manière générale, la marche à suivre dans l'instruction de ces projets; nous allons ensuite entrer dans quelques détails relatifs aux conférences que l'ingénieur du contrôle ouvre avec les différents services civils ou militaires intéressés.

L'ingénieur du contrôle rédige l'entête du procès-verbal et donne à la suite une description sommaire des projets présentés; il se borne à éclairer, autant que possible, la partie adverse sur les dispositions projetées, et cela sans approbations ni critique; envoie ensuite le procès-verbal daté du jour, avec les pièces du projet relatives à la conférence ouverte, au chef de service appelé en conférence; aussitôt que ce dernier a consigné son avis sur le

procès-verbal, l'ingénieur du contrôle formule le sien en regard du précédent, le discute de tous points et termine en quelque sorte, par ses conclusions, la clôture du procès-verbal, et le transmet à l'ingénieur des travaux, rédacteur des projets, pour faire ses observations à la suite. Ces différents matériaux rassemblés sont à nouveau discutés dans le rapport, et donnent lieu à une conclusion qui peut différer de celle du procès-verbal par suite des observations ultérieures consignées à la suite par l'ingénieur de la compagnie.

Cette manière d'opérer est plus expéditive, et paraît devoir être préférée à celle qui consiste à un échange d'avis et observations de la part des services intéressés, ensuite à des conclusions identiques très-difficiles à obtenir en présence d'avis divergents, et qu'une longue discussion est bien souvent impuissante à rallier.

En outre, par ce moyen, l'ingénieur du contrôle se trouve sur le terrain qui lui appartient, et décide en juge impartial au moyen des renseignements qui découlent des critiques et justifications insérées dans les procès-verbaux.

Quand un projet de tracé soumis au contrôle laisse à désirer sous le rapport du tracé ou du profil, l'ingénieur du contrôle peut proposer et même faire étudier d'office par les agents sous ses ordres, les améliorations qui lui paraissent devoir être introduites dans le projet fourni par la Compagnie. Dans ce cas, il ouvre en même temps les conférences sur ces modifications, ou si elles sont fermées lors de la résolution de ces modifications, il en ouvre de nouvelles et attend qu'elles soient fermées pour rédiger son rapport et proposer l'approbation ou des modifications étudiées par lui, ou bien une étude plus approfondie par la Compagnie.

3° *Projets parcellaires. — Enquêtes.*

Le projet du tracé une fois arrêté, le Préfet, sur la demande de la Compagnie, prend un arrêté qui désigne les territoires traversés, et autorise cette dernière à entrer sur toutes les propriétés pour le lever des plans parcellaires des terrains à acquérir pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances. Les plans figurent le tracé détaillé du chemin de fer et de tous les ouvrages prévus pour le maintien des communications et l'écoulement des eaux ; ils sont dressés commune par commune, et sont appuyés d'un tableau parcellaire, et d'une notice explicative des dispositions prévues. Un arrêté du Préfet les soumet à une *enquête*, et nomme en même temps la commission chargée de statuer sur les résultats de l'enquête. — Ces pièces sont exposées pendant huit jours à la mairie de chaque commune, où un registre est ouvert par le maire, pour recevoir toutes les demandes et réclamations auxquelles elles peuvent donner lieu ; il est donné connaissance de cette enquête par un journal officiel de la localité, par affiches placardées et par la voie ordinaire d'annonces. Le délai de huitaine une fois expiré, le maire clôt le registre ouvert à l'enquête, après y avoir consigné ses observations, et renvoie le tout au sous-préfet, qui rassemble les pièces et convoque la commission chargée de statuer sur les demandes et réclamations de l'enquêté ; un procès-verbal de cette opération est dressé. La Compagnie apporte alors à ses projets toutes les rectifications ou additions que la commission a reconnues nécessaires ; les pièces sont ensuite exposées pendant huit jours à la sous-préfecture, pour subir une *contre-enquête*, de laquelle il est donné connaissance comme précédemment, et un registre spécial de toutes les observations qui peuvent encore se produire pendant ce laps de temps est tenu par le sous-préfet, qui le clôt, et convoque à nouveau la commission d'enquête, qui clôture son procès-verbal par la discussion de cette pièce.

Les projets, les registres, l'arrêt de mise à l'enquête, l'exemplaire du journal, l'avis du maire, le registre d'enquête, le certificat d'annonces et de formalités remplis, l'avis de la contre-enquête, les procès-verbaux de la commission et de la contre-enquête sont envoyés au Préfet qui les retourne à l'administration pour statuer. Dans le but de s'éclairer avant de prendre une décision, et de faciliter le travail de dépouillement auquel elle aurait à se livrer dans ce but, l'administration transmet toutes les pièces ci-dessus au service du contrôle, pour en faire le dépouillement et donner son avis.

Pour mettre les ingénieurs du contrôle à même de commenter au besoin les décisions de la commission d'enquête, ils sont prévenus directement, par le Préfet, des réunions de cette dernière, et peuvent y assister d'une manière officieuse; de cette façon, ils se facilitent l'étude des diverses questions qu'ils sont appelés à examiner par la suite.

Dans l'étude à faire de toutes les demandes et réclamations produites à l'enquête, l'ingénieur du contrôle s'assure d'abord que toutes les formalités ont été remplies, examine une à une les demandes et réclamations et les décisions de la commission d'enquête, discute l'une et l'autre, et donne son avis; il fait ensuite un résumé général de toute cette instruction, et termine par des conclusions qui servent de base à la décision ministérielle ou à l'arrêté principal approbatif, qui déclare en même temps la cessibilité des terrains indiqués aux projets et tableaux parcellaires.

Les formalités de l'enquête remplies, la Compagnie procède aux acquisitions des terrains et peut, dès lors, commencer immédiatement *les travaux*, à moins d'opposition de la part des propriétaires.

Dans ce dernier cas, et malgré les sommations qu'elle peut recevoir, la Compagnie peut, lorsqu'elle a fait des offres qui ont été refusées par les propriétaires, demander un *décret d'urgence*, en versant à l'avance le montant des demandes à la Caisse des dépôts et consignations. De cette manière, elle se soustrait aux longs retards qu'entraînent toujours les formalités à remplir pour les acquisitions par voie d'expropriation.

4° *Projets d'Emplacements des Stations. — Enquête spéciale.*

Les projets parcellaires fournis, la Compagnie est tenue en outre, aux termes de la même loi du 9 mai 1841, et des circulaires ministérielles des 25 janvier 1854 et 9 août 1859, de produire des projets pour l'emplacement des stations prévues, avec leurs voies d'accès, pour être soumis à une enquête analogue à celle des plans parcellaires dans les communes intéressées à leur établissement; nous nous contenterons donc de renvoyer à la marche suivie dans le cas précédent.

5° *Projets détaillés des Ouvrages d'art de toute nature. — Types.*

Aux termes du cahier des charges annexé au décret de concession, la Compagnie est tenue de présenter à l'approbation supérieure les rapports des détails de tous les ouvrages d'art à établir avant d'en avoir commencé l'exécution; il est vrai qu'elle ne fournit le plus souvent ces projets que lorsqu'ils sont déjà commencés; mais cette latitude que lui laisse l'administration pour ne pas entraver les travaux, constitue une irrégularité qui ne peut en rien préjuger les dispositions ultérieures que les décisions prescriraient. D'un côté, c'est donc à ses risques et périls que la Compagnie adopte prématurément des dispositions qui doivent recevoir la sanction administrative; mais de l'autre, il convient aussi que les projets, une fois présentés, n'attendent pas trop longtemps l'approbation, pour ne pas donner à la Compagnie le droit d'invoquer des faits accomplis par le fait d'un retard apporté par l'administration, dans le cas où les décisions de cette dernière prescriraient de nouvelles dispositions aux projets présentés; c'est donc au contrôle à hâter, autant que possible, l'instruction des projets qui lui sont soumis, pour ne pas encourir la responsabilité que la Compagnie ne manque pas de lui assumer dans le cas d'une décision contraire à ses propositions, et qui arriverait tardivement pour une cause ou pour l'autre. Il y a là, en effet, des droits acquis qu'on ne peut contester. La Compagnie, désireuse d'avancer le plus possible ses travaux, les continue, tout en faisant les propositions qu'elle a à faire à ce sujet, et qu'elle juge ou est censée juger de nature à être acceptées; c'est donc au service du contrôle à présenter ses critiques assez à temps pour ne pas laisser perdre, par un fait accompli, toute liberté de discussion et d'examen.

Les projets détaillés des ouvrages d'art se divisent en plusieurs catégories que la Compagnie présente ensemble ou isolément.

Savoir :

Ouvrages d'art de la voie;

Ouvrages d'art en dehors de la voie.

Lesquels se subdivisent de la manière suivante :

1° Ouvrages d'art, passages à niveau, déviations pour le rétablissement des routes et des chemins;

2° Ouvrages d'art, déviations pour le rétablissement des cours d'eau navigables et flottables;

3° Ouvrages d'art, déviations pour le rétablissement des cours d'eau non navigables ni flottables, et pour l'écoulement des eaux;

4° Ouvrages d'art exceptionnels, viaducs et souterrains.

Ces projets, une fois présentés, sont de nouveau soumis à des conférences avec les services intéressés, et les procès-verbaux sont rédigés, ainsi que nous l'avons déjà indiqué : entête général, exposé de l'ingénieur du contrôle, avis des chefs de services en conférence et observations de la Compagnie.

L'ingénieur rédige ensuite un rapport à l'appui des projets, comprenant l'exposé, l'examen aux divers points de vue des enquêtes, des conférences antérieures, prescriptions du cahier des charges, et sous le rapport technique, le résumé et une discussion, le tout clôturé par ses conclusions.

6° *Projets détaillés des Stations et des Maisons de gardes.*

Les détails de distribution des voies, quais, cours, bâtiments, dans les stations, ainsi que ceux des maisons de gardes, de passages à niveau, doivent aussi être soumis à la sanction administrative; ils sont transmis au contrôle qui ouvre les conférences que l'exécution des bâtiments peut entraîner avec la douane, le génie ou le contrôle de l'exploitation, selon que ces bâtiments se trouvent dans la zone frontière, dans les zones de servitudes militaires, aux abords des places fortes ou postes militaires, ou qu'ils consistent dans l'agrandissement des différents ouvrages d'une station existante pour en faire une gare de bifurcation. Dans le premier cas, la conférence a lieu sur l'aménagement des bâtiments réservés au service de la douane; dans le deuxième cas, elle a lieu sur la forme et le mode de construction des bâtiments, pour ne pas nuire à la défense ; dans le troisième cas, sur les modifications à apporter aux voies, quais, bâtiments, etc., existants, ainsi que sur les mesures ultérieures à prendre pour ne pas entraver le service d'exploitation.

Ces conférences terminées, l'ingénieur du contrôle procède à la rédaction de son rapport; il examine si les dispositions projetées répondent à l'enquête ouverte antérieurement sur les divers emplacements, aux besoins locaux et à ceux de l'exploitation.

7° *Projets-types des Clôtures et Barrières des Passages à niveau.*

Les détails des barrières des passages à niveau et des clôtures, doivent également être soumis à l'approbation de l'administration; ils ne donnent lieu, de la part de l'ingénieur du contrôle, qu'à un simple rapport.

8° *Exécution des travaux.*

Les projets une fois approuvés, c'est au contrôle à veiller à ce qu'ils soient exécutés conformément aux prescriptions de l'administration ; tous les changements ou modifications apportés en cours d'exécution, doivent immédiatement lui être signalés, et s'ils offrent quelque importance, faire l'objet d'un rapport de l'ingénieur du contrôle, qui en propose l'approbation ou le rejet, et, dans ce dernier cas, la suspension préalable de tout travail y ayant trait, jusqu'à décision de l'administration.

Tournées. — Le conducteur du contrôle fait des tournées sur les travaux, au moins chaque quinzaine, visite les divers chantiers, où il note leur mode d'organisation, l'exé-

cution des travaux, la nature et la qualité des matériaux employés, et dresse de sa tournée un procès-verbal où il consigne ses observations.

Dans le cours de ses tournées, il prend aussi tous les renseignements que peuvent comporter les demandes et réclamations faites par les particuliers ou par la Compagnie, et ces notes servent de base au rapport de l'ingénieur sur ces affaires; il fait en outre les reconnaissances et expertises nécessitées par le service et veille à l'observation des lois et règlements en vigueur dans les travaux publics.

Demandes et réclamations. — Les demandes et réclamations produites par suite de l'établissement du chemin de fer, les permissions de grande voirie et alignements le long du chemin de fer et de ses dépendances, ou des routes et chemins déviés, tant que ces voies de communication n'ont pas été remises au domaine public, sont toutes transmises au contrôle pour avis. L'ingénieur du contrôle demande alors des renseignements à la Compagnie, avec ses observations, et se fait renseigner d'un autre côté par le Conducteur du contrôle. Avec ces matériaux rassemblés d'une manière contradictoire, il formule son avis.

Occupations temporaires. — Lorsqu'il s'agit de demandes d'occupations de terrains pour emprunts, il y a lieu, dans ce cas, à un simple avis de l'ingénieur du contrôle, sauf quand il s'agit de terrains boisés, auquel cas il y a lieu à une reconnaissance contradictoire entre le contrôle et les agents forestiers, et le procès-verbal de cette opération, avec l'avis du conservateur, doivent être joints à cette demande. Cette reconnaissance, qui est prescrite par les articles 170 et suivants de l'Ordonnance royale du 1er août 1827, doit toujours être suivie de l'avis du Conservateur, que l'on remplace par des clauses générales qui peuvent se reproduire, dans les différents cas, une fois approuvés par lui.

Dans le but de hâter, autant que possible, l'instruction de ces sortes d'affaires, l'ingénieur du contrôle informe directement l'inspecteur des forêts de la demande dont il est saisi, et lui demande de désigner l'agent forestier chargé de la reconnaissance, pour que le conducteur du contrôle se mette en relation avec lui, fixe le rendez-vous et en informe la Compagnie, afin qu'elle puisse s'y faire représenter d'une manière officieuse pour sauvegarder ses intérêts. Le conducteur du contrôle se rend sur les lieux muni du dossier de l'affaire.

Cette manière d'opérer paraît la plus expéditive, et dès qu'il s'agit de plantations de bois ayant au moins vingt ans d'existence, ne rentrant pas dans les conditions d'exceptions déterminées par l'article 219 du Code forestier, elles sont soumises aux prescriptions des articles 169 et suivants de l'Ordonnance royale du 1er août 1827.

Contraventions. — Toutes les contraventions de grande voirie ou autres, faites par des particuliers ou par la Compagnie, sont poursuivies par le contrôle; elles consistent en constructions le long du chemin de fer ou de ses dépendances sans autorisations, en constructions ou suppressions d'ouvrages contrairement aux prescriptions administratives, en tant que ces changements sont reconnus préjudiciables aux intérêts publics ou privés, en détournement, par la Compagnie, de la destination des terrains acquis par expropriation pour l'établissement du chemin de fer ou de ses dépendances.

Ces terrains ne peuvent être distraits de leur destination sans autorisation préalable du préfet, et dans le cas où la compagnie comprendrait dans les surfaces à exproprier, des terrains qu'elle destinait à un usage non avoué ou particulier, elle serait en contravention, et pourrait être poursuivie par les intéressés devant les tribunaux ordinaires.

Accidents. — Service médical. — Lorsque les chantiers sont organisés, un Arrêté préfectoral doit être affiché sur ces chantiers, au sujet des dispositions prises pour le service médical, conformément à l'arrêté municipal du 15 décembre 1848 et à la circulaire ministérielle du 28 octobre 1851. En cas d'accident, le contrôle doit en être informé immédiatement, par un rapport de l'ingénieur de la compagnie, indiquant les causes et la nature de l'accident, ainsi que les mesures prises, soit médicales, soit préventives.

A ce sujet, le conducteur du contrôle, dans ses tournées, vérifiera par lui-même les dires de la Compagnie, et s'assurera que les blessés et malades à l'hospice ou à domicile

sont traités conformément aux prescriptions administratives, et, dans le cas où il verrait des mesures médicales ou préventives à prescrire, faire ses observations à ce sujet dans le procès-verbal de sa tournée.

A chaque accident ayant entraîné mort d'homme, l'ingénieur du contrôle fait un rapport sur les suites données ou à donner par la Compagnie. Il fournit en outre, à l'appui de chaque année, un tableau général de tous les blessés, morts ou malades, pendant la campagne, conformément à l'arrêté ministériel du 15 décembre 1848, et fait ses propositions dans un rapport à l'appui.

Le conducteur du contrôle doit, autant que possible, faire ses tournées avec les chefs de sections ou piqueurs de la Compagnie, pour pouvoir, au besoin, se renseigner auprès de ces derniers; il note, comme il a été dit, l'avancement des divers travaux, en ayant soin, dans ses tournées de fin de mois, de prendre d'une manière approximative toutes les notes que nécessite la rédaction du compte rendu mensuel, que l'ingénieur envoie à l'administration; c'est-à-dire avancement des terrassements, ouvrages d'art, bâtiment, pose des voies, ballastage, approvisionnements, moyens d'exécution, etc. Il est vrai qu'il est d'habitude de demander ces détails aux ingénieurs de la Compagnie, mais c'est une vérification souvent utile, et qui peut servir dans le cas d'un retard ou oubli de la part de ces derniers. A cet effet, nous pensons qu'il est bon que le conducteur du contrôle soit muni dans ses tournées d'un plan général et d'un profil en long, où il peut noter d'une manière approximative le degré d'avancement des divers genres de travaux.

9° — *Mise en exploitation.*

Lorsque les travaux sont sur le point d'être terminés, la Compagnie est obligée de présenter à l'approbation supérieure un projet des tarifs à l'appui duquel elle est tenue de fournir le procès-verbal d'un chaînage contradictoire fait par le conducteur du contrôle et les chefs de section de la Compagnie. Aux termes de la circulaire ministérielle du 28 février 1858, et préalablement à la mise en exploitation du chemin de fer, les ponts métalliques doivent être soumis à des épreuves contradictoires dont l'ingénieur du contrôle dresse le procès-verbal pour être joint à celui de la reconnaissance à faire des travaux exécutés par la commission de réception, nommée à cet effet par le ministre.

Lorsque, dans le cours de l'exécution, la Compagnie a apporté de son chef des modifications aux projets approuvés, l'ingénieur du contrôle prépare un récolement au point de vue des décisions administratives des travaux exécutés; ce récolement est destiné à rapprocher les divers changements et à faire voir d'un seul coup la différence des projets à l'exécution; en un mot, il sert à la rédaction du procès-verbal de reconnaissance dans lequel il est visé, et au besoin peut y être joint pour conférer aux changements et modifications en question un caractère authentique d'approbation, par les décisions de mise en exploitation. Ces formalités remplies, l'ingénieur du contrôle prépare le travail de reconnaissance des travaux exécutés et l'envoie avec ses conclusions pour servir de base au procès-verbal de reconnaissance que la commission doit produire pour susciter, par une décision du ministre, la mise en exploitation du chemin de fer.

Le chemin de fer une fois livré au service de l'exploitation, les travaux accessoires exécutés pour le rétablissement des routes, chemins et cours d'eau, font l'objet de récolements contradictoires entre les agents de la Compagnie, ceux du contrôle et les chefs des services intéressés ou les maires des communes traversées. Ces récolements ont lieu en vertu d'un arrêté préfectoral rendu sur la demande de la Compagnie et d'un rapport de l'ingénieur du contrôle constatant que ces travaux sont en état de réception, et qu'il y a lieu d'en remettre l'entretien ultérieur aux services respectifs qu'ils concernent.

Nous ajouterons quelques mots sur ces récolements; les formalités ci-dessus ne sont pas obligatoires, elles ont spécialement pour objet de contraindre, par un acte administratif, les services et les communes intéressés à entrer en arrangement avec la Compagnie, pour reprendre à cette dernière l'entretien, souvent onéreux, de ces différents

ouvrages une fois en bon état de réception. Le contrôle peut donc, aussitôt que ces travaux lui paraissent suffisamment parachevés, faire d'office les récolements de concert avec les intéressés.

Dans le cas où des contestations s'élèveraient, il a recours alors aux formalités ci-dessus et agit, sous forme d'expertise, par une visite officielle des lieux à laquelle sont convoqués les intéressés et les ingénieurs de la Compagnie; cette visite, toutefois, peut avoir lieu dans tous les cas, et donne à cette opération un caractère officiel.

CHAPITRE IV

FORMALITÉS A REMPLIR ET DOSSIERS A PRODUIRE

POUR LES ÉTUDES, LA DEMANDE DE CONCESSION ET L'EXÉCUTION D'UN CHEMIN DE FER (1).

Voici maintenant les *modèles effectifs des formalités à remplir* et *pièces ou dessins à produire*, pour en arriver, depuis la création intellectuelle d'un chemin de fer, jusqu'au premier coup de pioche.

Plusieurs parties de cette note spéciale sont naturellement conformes à celles, correspondantes, de l'instruction ministérielle, mais nous avons cru devoir n'en rien retrancher, afin de leur laisser, comme à la précédente instruction, leur caractère de *Document* homogène et complet.

DEMANDE DU DÉCRET D'UTILITÉ PUBLIQUE

ENQUÊTES

Avant d'obtenir une concession, il faut avoir le Décret d'utilité publique, et ce sont presque toujours les concessionnaires qui sont obligés de préparer les pièces nécessaires. C'est donc là le premier dossier à préparer.

Enquête d'utilité publique.

1° Lettre demandant au Préfet, ou à l'administration supérieure, de faire procéder à l'enquête; y joindre :

2° Plan général au $\frac{1}{40.000}$ sur lequel on indique en rouge le tracé du chemin de fer, ainsi que les stations projetées. On teinte en rose foncé les points de départ, les communes, les stations et le point d'arrivée; en rose plus clair les localités desservies et comprises dans un rayon de 5 kilomètres.

3° Un profil en long à l'échelle de $\frac{1}{40.000}$ pour les longueurs et de $\frac{1}{1.000}$ pour les hauteurs.

4° Un mémoire justificatif.

Lorsque l'utilité de la ligne n'est pas suffisamment reconnue, on joint à ce mémoire un relevé du trafic à faire et des revenus probables.

---

(1) Ce chapitre examine la question au point de vue de l'Ingénieur d'une compagnie concessionnaire : il nous a été communiqué par M. HUGUET, Ingénieur Directeur du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf (Charente), et, pour plus de clarté, nous avons conservé l'application de détail aux éléments chiffrés et aux localités de ce chemin de fer d'intérêt local. En un mot, nous publions le *fac-simile* des pièces effectives.

5° Une estimation sommaire de la dépense.

(Les cartes à l'échelle de $\frac{1}{40.000}$ ne se trouvant pas dans le commerce, et le temps manquant souvent pour les établir, on les remplace par des cartes d'état-major au $\frac{1}{80.000}$ qui sont acceptées par l'administration; on *présente même* quelquefois des cartes au $\frac{1}{320.000}$.)

Ce dossier est fourni autant de fois qu'il y a d'arrondissements traversés, et, en outre, on envoie un dossier *pour chacune des préfectures* s'il s'agit de *plusieurs départements*.

Demande de concession.

La demande en concession s'adresse généralement *pendant les formalités de l'enquête*, dont le Décret n'est rendu que longtemps après, et se confond souvent avec l'acte de concession lui-même.

Ce dossier ne comprend que le projet de convention et le cahier des charges; la demande de subvention est déterminée par les considérations financières du revenu probable de la ligne et le coût de son premier établissement. (Nous parlerons de cette importante partie des Études au chapitre de l'Exploitation.)

Avant-projet.

Une fois la concession obtenue, on présente généralement un dossier d'avant-projet à l'aide duquel on détermine le tracé général en plan et en profil.

Ce dossier comprend 4 pièces :

1° Un plan général à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$.

2° Un profil en long à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$ pour la longueur et de $\frac{1}{1.000}$ pour les hauteurs.

Les dispositions de ce profil sont semblables à celles du profil définitif; on indique seulement les hectomètres avec leurs altitudes, sans tenir compte des profils intermédiaires. Ce travail est d'ailleurs fait de manière à servir de base au profil définitif. (Ici j'ai fourni le profil à l'échelle de $\frac{1}{5.000}$ pour n'avoir qu'une minute à faire, cela est accepté sans difficulté.)

3° Un mémoire justificatif.

4° Les profils en travers types.

Une fois cet avant-projet adopté, on peut procéder aux études définitives et commencer les *enquêtes réglementaires*.

Enquête des Stations.

La première doit être celle des stations, qui peut avoir souvent une certaine influence sur l'emplacement des stations; ici nous avons eu une variante de 6 kilomètres nécessitée par la modification de la station de Barbezieux.

Le dossier à fournir pour cette enquête se compose des pièces suivantes :

1° Arrêté du Préfet ordonnant l'enquête.

2° Placards annonçant l'enquête. (3 exemplaires.)

3° Procès-verbal d'enquête.

4° Plan général à l'échelle de $\frac{1}{40.000}$.

5° Profil en long à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$ (comme celui de l'enquête d'utilité publique).

6° Note explicative.

7° Procès-verbal des opérations de la commission d'enquête.

On y joint généralement un plan de l'emplacement de la station et des voies d'accès, ainsi que le profil de la ligne dans l'étendue de la station, et le profil des voies d'accès.

Ces documents sont réclamés par le contrôle pour donner son avis.

On compose autant de dossiers semblables qu'il y a de communes où l'on propose d'établir une station.

En outre, on compose d'autres dossiers qui ne renferment *que le plan général* au $\frac{1}{40.000}$, la *notice* et l'*arrêté* préfectoral; ceux-ci sont envoyés *dans chacune des communes* situées dans un rayon de 4 kilomètres à droite et à gauche de la ligne.

Enfin, on joint un certain nombre *d'exemplaires de l'arrêté* pour *la convocation des membres de la commission.*

Le dossier général est envoyé à la Préfecture, et l'enquête a lieu par Arrondissements traversés, par l'initiative des Sous-Préfets.

Enquête parcellaire.

Lorsque l'emplacement des stations est *bien fixé,* on peut procéder au *tracé définitif* et aux *enquêtes parcellaires.*

L'enquête parcellaire est celle qui est la plus chargée de pièces, elle a lieu par arrondissement et par commune.

Chacun des dossiers contient les pièces suivantes :

1° Plan parcellaire. (1 exemplaire.)

2° Arrêté du Préfet désignant les territoires qui doivent être traversés. (1 exemplaire du format 21/31 et 3 exemplaires en placards.)

3° Tableau indicatif des propriétés à acquérir. (3 exemplaires.)

4° Arrêté du Préfet déterminant les propriétés qui auront été cédées. (3 exemplaires.)

5° Notice explicative. (1 exemplaire.)

6° Profil en long (sur le parcours de la commune, échelle définitive). (1 exemplaire.)

7° Arrêté du Préfet ordonnant le dépôt des plans et nommant la Commission. (8 exemplaires par commune.)

8° Numéro du journal publié huit jours avant la clôture de l'enquête. (1 exemplaire.)

9° Avis du Maire. (4 placards.)

10° Certificat de dépôt et de publication de pièces, et procès-verbal d'enquête. (1 exemplaire.)

11° Procès-verbal des opérations de la Commission d'enquête. (1 exemplaire.)

12° Lettre d'envoi des pièces à M. le Préfet par le Maire. (1 exemplaire.)

13° Registre destiné à recevoir les déclarations d'élection de domicile. (1 exemplaire.)

14° Avis du Préfet. (4 exemplaires en placards.)

Cette enquête est difficile à bien soutenir, car c'est à ce moment que toutes les demandes de passages à niveau supérieurs et inférieurs, ainsi que les ouvrages d'art, affluent.

L'ingénieur doit être bien au courant des réclamations pour pouvoir défendre avec succès les intérêts qui lui sont confiés.

ETUDES DÉFINITIVES

Lorsque les *Plans parcellaires* sont approuvés, on peut terminer les études définitives et présenter les projets de détail.

PROJETS DE DÉTAIL — TYPES

Les sections de travaux sont *généralement* composées *par commune ou* par *canton,* et il en est souvent de même pour les adjudications.

Les dossiers de détail se composent des pièces suivantes :

1° Devis descriptif.

2° Plan général à l'échelle de $\frac{1}{10.000}$ (comme au dossier d'avant-projet).

3° Profil en long, échelle de $\frac{1}{5.000}$ pour les longueurs, $\frac{1}{500}$ pour les hauteurs

4° Types des routes et chemins.

5° Types des passages à niveau.

6° Dessins des passages à niveau, rampes d'accès aux passages inférieurs ou supérieurs.

7° Types des aqueducs, dalets ou drains.

8° Dessins des aqueducs, ponceaux ou ponts.

PROJETS DES GARES ET STATIONS

Pour les projets de stations ou gares, la composition est la même; on fournit :

Un plan général, échelle de $0^m,002$ pour 1 mètre, indiquant l'emplacement des bâtiments, l'aménagement des voies, leurs longueurs, et le service auquel elles sont destinées : voyageurs, petite vitesse, manœuvre, démarrage, voies de dépôts, etc.

Un devis descriptif donne les renseignements qui ne peuvent être indiqués sur les plans.

Pour chaque bâtiment:

Un projet complet donnant les *plans*, *coupes* et *élévations*, ainsi que les détails principaux. (Échelle $0^m,01$ par mètre, et de $0^m,10$ pour les détails.)

Il en est de même pour tous les autres projets : *barrières*, passages à niveau, bâtiments des voyageurs, du service des marchandises et du service du matériel et des ateliers, etc., etc.

Ce n'est donc que lorsque les nombreuses formalités ont été accomplies qu'on peut commencer les travaux.

Voici maintenant la série des Modèles, pour chacun des cinq Dossiers à produire; nous les avons complétés par quelques observations explicatives, sous forme de Nota.

C. A. O.

MODÈLES DES DOSSIERS
A PRODUIRE

(**Premier Dossier.** — *Chemise générale.*)

ENQUÊTE D'UTILITÉ PUBLIQUE

BORDEREAU
DES PIÈCES CONTENUES DANS LE DOSSIER N° 1

1° Plan général à l'échelle de $\frac{1}{40000}$ (ou $\frac{1}{80000}$ à volonté).

2° Profil en long à l'échelle de $\frac{1}{40000}$ (ou $\frac{1}{1000}$ pour les hauteurs).

3° Mémoire justificatif.

4° Estimation générale et sommaire de la dépense.

(*Modèles du premier Dossier. — Pièce N° 1.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

(Chemise du Plan général.)

PLAN GÉNÉRAL

Échelle de $\frac{1}{40,000}$.

Nota. — Ce plan général, lithographié au dossier, est un calque reporté sur pierre de la grande édition de l'État-major.

Toutes les localités, et même les maisons isolées, y sont indiquées : un bâtiment de 40 mètres de longueur y est représenté par un millimètre ; une rue de 20 mètres traversant une localité, par un demi-millimètre. C'est assez pour se rendre compte clairement des détails du tracé.

Seulement les largeurs des routes y sont *un peu* exagérées à l'échelle, parce qu'il serait difficile de tracer à une distance de 1/4 de millimètre seulement deux lignes qui ne se confondissent pas ; c'est du reste l'usage adopté sur toutes les cartes routières. Comme aussi les chemins de fer sont toujours représentés par des lignes en noir plein ou en rouge plein, plus grosses que ne le donnerait la mise à l'échelle exacte de la largeur de la chaussée, en couronne, ou même de l'emprise, à la limite extérieure des fossés ou clôtures.

Les chemins de fer existants (chemin des Charentes, etc.), y sont représentés en noir plein, le tracé projeté en carmin foncé plein, les stations par des rectangles en carmin foncé, représentant, non pas les bâtiments, mais la surface totale du terrain occupé, soit 10 millimètres pour 400 mètres de longueur totale de garage, 5 millimètres pour 200 mètres, etc.

Dressé

par l'Ingénieur Directeur de la Compagnie.
Barbezieux, le 187

Vu et présenté

par le Président du Conseil d'administration.
Barbezieux, le 187

(*Modèles du premier Dossier.* — *Pièce N° 2.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

PROFIL EN LONG GÉNÉRAL

Échelles { Longueur $\frac{1}{40,000}$.
Hauteur $\frac{1}{1,000}$.

NOTA. — Dans ce profil les hauteurs sont 40 fois plus marquées que les longueurs. Ce rapport varie suivant la convenance des Ingénieurs, et surtout suivant la complication du terrain. Il est généralement d'autant plus fort que le terrain est moins accidenté, parce qu'alors les moindres ondulations ont leur importance.

Dans les pays de montagne, au contraire, un rapport de 40 : 1 donnerait des hauteurs de dessin trop considérables. On donne alors généralement le rapport de 10 : 1, et encore est-on quelquefois obligé de faire des raccordements, en rabaissant le plan de comparaison d'une feuille à l'autre.

On sait d'ailleurs comment ces profils en long sont composés; de haut en bas, on trouve :

1° Ligne noire du terrain naturel alternant avec

2° Ligne rouge du tracé projeté.

3° Désignation des paliers, pentes, rampes par N (Niveau), P, R.

4° Ligne horizontale des déclivités *par kilomètre* 13^{m},28—8^{m},375, etc.

5° Plan de comparaison : niveau moyen de la mer (on le place plus haut ou plus bas, suivant la situation du pays), les cotes ou ordonnées font foi.

6° Longueurs des paliers, pentes ou rampes, séparées par la série des ordonnées verticales qui découpent tout le profil.

7° Cotes du niveau des terrassements (cotes rouges).

8° Kilomètres à partir de l'origine.

9° Longueurs des alignements droits ou courbes, ne correspondant pas, en général, aux mêmes ordonnées que les pentes.

DRESSÉ
par l'Ingénieur Directeur de la Compagnie.
Barbezieux, le 187

VU ET PRÉSENTÉ
par le Président du Conseil d'administration.
Barbezieux, le 187

(*Modèle du premier Dossier. — Pièce N°* 3.)

ENQUÊTE D'UTILITÉ PUBLIQUE

AVANT-PROJET

MÉMOIRE JUSTIFICATIF

(OU MÉMOIRE A L'APPUI)

Tracé.

L'avant-projet de tracé soumis à l'approbation de M. le Préfet du département de la Charente, s'étend d'un point situé entre la route départementale n° 3, de Barbezieux à Jarnac, et la route départementale n° 12, à la station de Châteauneuf, sur une longueur de 21101^{m},50 environ.

Notre tracé a été adopté en vue d'éviter les travaux relativement considérables compris entre Malaville et Châteauneuf : nous nous sommes attachés ainsi à éviter les grands mouvements de terres et quelques ouvrages d'art.

Le tracé, en quittant Barbezieux, traverse à niveau les deux routes départementales n°s 12 et 2, suit la plaine de ce nom jusqu'au ruisseau de Salles, qu'il franchit aux environs de la Bellangerie ; il laisse à sa droite le bourg de Saint-Paul, et se jette brusquement à gauche, pour contourner le faîte de séparation des bassins du ruisseau de Salles, de celui de la petite rivière du Né. Il laisse ensuite à sa gauche le bourg de Saint-Médard et traverse, près du moulin Debaud, les rivières du Né, à l'aide de deux aqueducs à plusieurs ouvertures, offrant un débouché suffisant aux eaux de la rivière et des coteaux environnants ; après avoir laissé également à sa gauche le bourg de Viville, le tracé s'engage dans la vallée du ruisseau des Regains, qu'il suit jusqu'au nord du bourg de Malaville, qu'il laisse à sa droite, ainsi qu'Eraville ; en cet endroit, la ligne projetée fait un coude, afin de pouvoir franchir le faîte de séparation des vallées du Né et de la Charente, point culminant de toute la ligne. Après avoir franchi ce faîte, le tracé contourne le mamelon passant près des hameaux de Puyvergne, de chez Gastinaud et Maine-Lèze, et après s'être légèrement infléchi à droite, il contourne le faubourg de Châteauneuf, en traversant à niveau la route départementale n° 10 et le chemin de grande communication n° 12, et en passant au-dessous du chemin de grande communication n° 32, qui sera d'ailleurs maintenu à l'aide d'un passage supérieur ; après avoir quitté l'avant-dernier passage, la ligne projetée vient enfin se raccorder au chemin de fer des Charentes, en gare à Châteauneuf.

Notre tracé ne s'éloigne pas des conditions imposées par les cahiers des charges aux chemins de fer d'intérêt local déjà concédés; nous n'avons employé, dans la partie comprise entre Barbezieux et Malaville, que des courbes de 400^{m},00 de rayon et au-dessus, et dans la partie comprise entre Malaville et Châteauneuf, nous ne sommes pas descendus au-dessous de 300^{m},00.

Le chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf desservira un grand nombre de localités; nous allons indiquer d'abord les communes traversées et ensuite celles qui sont situées dans un rayon de 5 kilomètres, ainsi que les stations appelées à les desservir :

1° *Communes traversées.*

Barbezieux,
Saint-Médard,
Viville,
Malaville,
Eraville,
Châteauneuf.

2° *Communes situées dans un rayon de 5 kilomètres.*

Montchaude, Saint-Hilaire, Saint-Bonnet, Salles, Barret.	Desservies par la station de Barbezieux.
Saint-Médard, Vignolles, Ladiville, Touzac,	Desservies par la station de Viville.
Vionaville, Birac, Eraville, Bonneuil,	
Mosnac, Saint-Siméux, Augeac-Charente,	Desservies par la gare de Châteauneuf.

L'on peut affirmer d'avance que toutes les communes situées dans un rayon de 10 kilomètres se serviront avec avantage du chemin de fer.

Dans ces conditions, l'établissement de la voie ferrée dont nous demandons la concession est une entreprise d'*utilité publique*, appelée à rendre les plus grands services aux arrondissements de Cognac et de Barbezieux. Ce chemin, par son raccordement avec celui des deux Charentes, qui viennent d'être citées, en communication avec les villes de Jarnac, de Cognac, Saintes et Rochefort, d'une part, et d'autre part avec les villes d'Angoulême et Limoges, avec lesquelles Barbezieux et ses environs ont des rapports d'affaires si fréquents, ce chemin favorisera considérablement le transport des eaux-de-vie récoltées dans cette contrée, eaux-de-vie qui jouissent à juste titre d'une si grande réputation ; des vins èt des autres produits agricoles; il facilitera aussi en retour le transport des bois merrains, des pierres de taille, du sel, des houilles, etc.

Il est, du reste, inutile d'insister davantage, car l'utilité de cette voie ferrée est reconnue et proclamée par tout le monde.

Profil en long.

Le profil en long ne présente ni pentes, ni rampes supérieures au maximum imposé par les différents Cahiers des charges aux chemins de fer d'intérêt local déjà concédés.

En effet, nous n'avons qu'une seule rampe de $0^m,016$, une de $0^m,151$, une troisième de $0^m,015$.

Les autres pentes et rampes sont de $0^m,012$ et au-dessous.

Le plan de comparaison choisi est toujours celui du nivellement général de la France par M. Bourdaloue, c'est-à-dire le niveau moyen de la mer.

Travaux d'art.

Tous les travaux d'art projetés pourront être établis dans les meilleures conditions : le rocher ou le calcaire se rencontrant partout à de faibles distances.

Nous n'aurons pas d'ouvrages d'art importants : la traversée de la petite rivière du Né pouvant se faire à l'aide de plusieurs aqueducs dallés, accolés les uns aux autres.

Les passages à niveau seront au nombre d'environ vingt-neuf, qui, ajoutés aux deux passages supérieurs, font trente et une voies de communication traversant le chemin de fer; soit, en moyenne, un passage tous les 700 mètres, proportion supérieure à celle réclamée par l'État pour les chemins de fer des grands réseaux.

Stations.

Les stations seront au nombre de trois.

La station de Châteauneuf n'y est pas comprise, et sera commune avec le chemin de fer des Charentes.

La plus grande distance entre deux stations n'est que de 9 kil. 1/2.

Dressé par l'Ingénieur Directeur de la Compagnie, soussigné.

Barbezieux, le 31 mars 1868.

L'Ingénieur Directeur de la Compagnie,

Signé : HUGUET.

Vu par le Président du Conseil d'administration.

Barbezieux, le 3 avril 1868.

Le Président du Conseil d'administration,

Signé : MATHIEU BODET.

(*Modèles du premier Dossier. — Pièce N° 4.*)

ENQUÊTE D'UTILITÉ PUBLIQUE

AVANT-PROJET

ESTIMATION SOMMAIRE DE LA DÉPENSE

Longueur de la Ligne : 21101^{m},50.

ESTIMATION SOMMAIRE

DÉSIGNATION DES DÉPENSES.	PAR KILOMÈTRE.	TOTAUX.
1° Administration, personnel, frais d'études et frais généraux	4,000 fr. 00	84,406 fr. 00
2° Acquisitions de terrains (2 hectares à raison de 7,000 fr.)	14,000 00	295,421 00
3° Terrassements (corps du chemin de fer, déviations, etc.)	21,500 00	453,682 25
4° Ouvrages d'art	4,500 00	94,956 75
5° Ballastage	4,500 00	94,956 75
6° Voies de fer (et accessoires, y compris le matériel télégraphique)	31,500 00	664,697 25
7° Stations, constructions diverses, alimentation, clôtures, etc	7,000 00	147,710 50
8° Matériel roulant	8,000 00	168,812 00
TOTAUX	95,000 fr. 00	2,004,642 fr. 50

Dressé par l'Ingénieur de la Compagnie, soussigné.

Barbezieux, le 31 mars 1868.

L'Ingénieur Directeur de la Compagnie.
Signé : HUGUET.

Vu par le Président du Conseil d'administration.

Barbezieux, le 3 avril 1868.

Le Président du Conseil.

(*Modèle du Décret dans sa forme actuelle, en* 1873.)

DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE

TITRE I.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

A tous présents et à venir, salut.

Sur la proposition du Ministre des travaux publics,

Vu l'avant-projet relatif à l'établissement du chemin de fer d'intérêt local d à ;

Vu le dossier de l'enquête d'utilité publique, à laquelle cet avant-projet a été soumis dans le département d ; notamment l'avis de la commission d'enquête du 18 ;

Vu la délibération, en date du 18 , par laquelle le Conseil général du département d a approuvé l'établissement dudit chemin de fer, ainsi que le traité passé le 18 avec le sieur , pour la concession du chemin de fer d à ;

Vu l'avis du Conseil général des ponts et chaussées du 18 ;

Vu la lettre de notre Ministre de l'intérieur, en date du 18 ;

Vu la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique;

Vu la loi du 12 juillet 1865 sur les chemins de fer d'intérêt local;

Vu le sénatus-consulte du 25 décembre 1852, art. 4;

Le Conseil d'État entendu;

Décrète ce qui suit :

ART. 1er. Est déclaré d'utilité publique l'établissement du chemin de fer d'intérêt local d à .

Le département d est autorisé à pourvoir à l'exécution de ce chemin, comme chemin de fer d'intérêt local, suivant les dispositions de la loi du 12 juillet 1865, et conformément aux conditions du traité sus-visé passé avec le sieur , et du cahier des charges annexé à ce traité, pour la construction et l'exploitation de ladite ligne.

Des copies certifiées de ce traité et cahier des charges resteront annexées au présent décret.

ART. 2. Il est alloué au département d , sur les fonds du trésor, par application de l'article 5 de la loi précitée du 12 juillet 1865, une subvention de fr., applicable à l'exécution dudit chemin.

Cette subvention sera versée en termes semestriels égaux, dont le premier sera payé le 18 .

Le département devra justifier, avant le payement de chaque terme, d'une dépense en travaux, approvisionnements et acquisitions de terrains triple de la somme à recevoir.

Le dernier terme ne sera payé qu'après l'achèvement complet des travaux.

ART. 3. Nos ministres de l'intérieur et des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois*.

Fait à , le 18 .

(Signature du Président de la République.)

Par le Président de la République,

Le Ministre des travaux publics,

ESTIMATION SOMMAIRE

DÉSIGNATION DES DÉPENSES.	PAR KILOMÈTRE.		TOTAUX.	
1° Administration, personnel, frais d'études et frais généraux	4,000 fr.	00	84,406 fr.	00
2° Acquisitions de terrains (2 hectares à raison de 7,000 fr.)	14,000	00	295,421	00
3° Terrassements (corps du chemin de fer, déviations, etc.)	21,500	00	453,682	25
4° Ouvrages d'art	4,500	00	94,956	75
5° Ballastage	4,500	00	94,956	75
6° Voies de fer (et accessoires, y compris le matériel télégraphique)	31,500	00	664,697	25
7° Stations, constructions diverses, alimentation, clôtures, etc	7,000	00	147,710	50
8° Matériel roulant	8,000	00	168,812	00
TOTAUX	95,000 fr.	00	2,004,642 fr.	50

Dressé par l'Ingénieur de la Compagnie, soussigné.

Barbezieux, le 31 mars 1868.

L'Ingénieur Directeur de la Compagnie.

Signé : HUGUET.

Vu par le Président du Conseil d'administration.

Barbezieux, le 3 avril 1868.

Le Président du Conseil.

(*Modèle du Décret dans sa forme actuelle, en* 1873.)

DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE

TITRE I.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

A tous présents et à venir, salut.

Sur la proposition du Ministre des travaux publics,

Vu l'avant-projet relatif à l'établissement du chemin de fer d'intérêt local d à ;

Vu le dossier de l'enquête d'utilité publique, à laquelle cet avant-projet a été soumis dans le département d ; notamment l'avis de la commission d'enquête du 18 ;

Vu la délibération, en date du 18 , par laquelle le Conseil général du département d a approuvé l'établissement dudit chemin de fer, ainsi que le traité passé le 18 avec le sieur , pour la concession du chemin de fer d à ;

Vu l'avis du Conseil général des ponts et chaussées du 18 ;

Vu la lettre de notre Ministre de l'intérieur, en date du 18 ;

Vu la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique;

Vu la loi du 12 juillet 1865 sur les chemins de fer d'intérêt local;

Vu le sénatus-consulte du 25 décembre 1852, art. 4;

Le Conseil d'État entendu;

Décrète ce qui suit :

ART. 1er. Est déclaré d'utilité publique l'établissement du chemin de fer d'intérêt local d à .

Le département d est autorisé à pourvoir à l'exécution de ce chemin, comme chemin de fer d'intérêt local, suivant les dispositions de la loi du 12 juillet 1865, et conformément aux conditions du traité sus-visé passé avec le sieur , et du cahier des charges annexé à ce traité, pour la construction et l'exploitation de ladite ligne.

Des copies certifiées de ce traité et cahier des charges resteront annexées au présent décret.

ART. 2. Il est alloué au département d , sur les fonds du trésor, par application de l'article 5 de la loi précitée du 12 juillet 1865, une subvention de fr., applicable à l'exécution dudit chemin.

Cette subvention sera versée en termes semestriels égaux, dont le premier sera payé le 18 .

Le département devra justifier, avant le payement de chaque terme, d'une dépense en travaux, approvisionnements et acquisitions de terrains triple de la somme à recevoir.

Le dernier terme ne sera payé qu'après l'achèvement complet des travaux.

ART. 3. Nos ministres de l'intérieur et des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois*.

Fait à , le 18 .

(Signature du Président de la République.)

Par le Président de la République,
Le Ministre des travaux publics,

(*Modèles du* **deuxième Dossier**. — *Chemise générale.*)

AVANT-PROJET

BORDEREAU

DES PIÈCES CONTENUES DANS LE DOSSIER N° 2

1° Plan général à l'échelle de $\frac{1}{10000}$ (même pièce qu'au premier Dossier).

2° Profil en long à l'échelle de $\frac{1}{10000}$ (même pièce qu'au premier Dossier).

3° Mémoire justificatif.

4° Profils en travers (Types).

(*Modèles du deuxième Dossier. — Pièce N° 3.*)

AVANT-PROJET

MÉMOIRE JUSTIFICATIF

NOTA. — Ce mémoire reproduit celui analogue du premier Dossier, sauf additions ou changements de détail, reconnus utiles, pendant le temps qui s'est écoulé depuis la première demande, et le premier mémoire à l'appui.

Ici, il est revêtu, à la suite des signatures de l'Ingénieur et de l'Administrateur délégué de la Compagnie, des signatures et visas de l'Ingénieur en chef du contrôle, et du Préfet du département :

Dressé par l'Ingénieur Directeur de la Compagnie.
Barbezieux, le 22 juin 1869.
Signé : HUGUET.

Vu et présenté par le Président du Conseil d'administration.
Barbezieux, le 27 juin 1869.
Signé : MATHIEU BODET.

Vu par l'Ingénieur en chef du département de la Charente.
Angoulême, le 30 juillet 1869.
L'Ingénieur en chef,
Signé : LEVERT.

Vu et approuvé conformément à notre décision de ce jour.
Angoulême, le 4 août 1869.
P. le Préfet en congé,
Le Secrétaire général,
Signé : E. CHASSEIGNAC.

(*Modèles du deuxième Dossier. — Pièce N° 4.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

PROFILS EN TRAVERS TYPES

DE LA VOIE

(*Voir les Observations à la Pièce n° 4 du cinquième Dossier.*)

(*Troisième Dossier. — Pièce N° 1.*)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

GARES ET STATIONS

DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE

Arrondissement d

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

ARRÊTÉ DU PRÉFET

Ordonnant une Enquête sur l'emplacement des Stations et nommant une Commission appelée à émettre un avis.

Nous, Préfet du département de la Charente, Chevalier de la Légion d'Honneur ;

Vu la loi du 12 juillet 1865 relative à l'exécution des Chemins de fer d'intérêt local ;

Vu les délibérations du Conseil général de la Charente concernant l'établissement d'un Chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, et notamment celle du 29 août 1868 portant concession de la ligne projetée ;

Vu le décret du 15 mai 1869, déclarant ledit Chemin de fer d'utilité publique ;

Vu l'instruction ministérielle en date du 25 janvier 1854, relative à l'enquête spéciale à ouvrir sur le nombre et l'emplacement des stations de voyageurs et des gares de marchandises ;

Vu les dossiers présentés par le Directeur de la Compagnie, en conformité de cette instruction.

ARRÊTONS :

Article premier. — Les pièces dont le détail suit :

1° Notice à l'appui du projet d'emplacement des gares et stations ;

2° Plan général du tracé (au $\frac{1}{10,000}$) ;

3° Profil en long (au $\frac{1}{10,000}$) ;

seront déposées pendant huit jours consécutifs à compter du
dans les communes d
où les gares et stations sont projetées.

Art. 2. — Le délai fixé à l'article précédent ne courra qu'à dater de l'avertissement qui sera donné collectivement aux parties intéressées de prendre connaissance des pièces déposées à la mairie.

Cet avertissement sera publié à son de trompe ou de caisse, et affiché tant à la porte principale de l'église qu'à celle de la maison commune.

Art. 3 — Le Maire certifiera ces publications et affiches. Il mentionnera sur un procès-verbal qu'il ouvrira à cet effet, et que les parties qui comparaîtront seront requises de

signer, les déclarations et réclamations qui lui auront été faites verbalement, et il y annexera celles qui lui auront été transmises par écrit.

Art. 4. — A l'expiration du délai de huit jours ci-dessus fixé, M. le maire clora le procès-verbal, qu'il transmettra à M. le Sous-Préfet avec les plans et autres pièces de l'affaire, pour être soumis à une Commission qui se réunira à l'hôtel de la

sous la présidence de

Art. 5. — Un exemplaire du plan général et de la notice sera également adressé à chacun de MM. les Maires des communes d

qui sont invités à réunir le Conseil municipal aussitôt après réception, et à l'appeler à délibérer sur la convenance des emplacements proposés pour les gares et stations.

Le procès-verbal de la délibération, avec les pièces annexes, sera immédiatement transmis à M. le Sous-Préfet, pour être soumis à la Commission mentionnée à l'article 4.

Art. 6. — Nommons pour former la Commission :

MM.

MM. les Maires des communes où les stations sont projetées, et M. l'ingénieur chargé des travaux du Chemin de fer.

Art. 7. — La Commission examinera toutes les pièces qui lui seront soumises et donnera son avis.

Les opérations devront être terminées dans le délai de huit jours à dater de l'époque de sa réunion ; après quoi, son procès-verbal nous sera immédiatement transmis.

Art. 8. — La Commission sera convoquée par

aussitôt que toutes les pièces constatant l'accomplissement des formalités de publication et d'enquête auront été transmises.

Art. 9. — Ampliation du présent arrêté sera adressée à chacun de MM. les Membres de la Commission.

Fait à l'hôtel de la Préfecture, le 1869

Le Préfet de

(Troisième Dossier. — Pièce N° 2.)

(Modèle d'Affiches ou Placards annonçant l'enquête. — Trois exemplaires.)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER D'INTÉRÊT LOCAL DE BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF.

ENQUÊTE DES STATIONS

COMMUNE d

AVIS

Le Public est prévenu qu'en exécution de l'Arrêté de M. le Préfet du département de la Charente, en date du 186 , toutes les Pièces d'un Dossier relatif au nombre et à l'emplacement des Stations de Voyageurs et des Gares de Marchandises dans la traversée de l'arrondissement de par le chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, ont été déposées à la Mairie de cette commune, et y resteront jusqu'au inclusivement, afin que chacun puisse en prendre connaissance.

Un procès-verbal d'enquête est ouvert à la Mairie pour recevoir les déclarations et réclamations qui seront faites pendant le même délai.

Après ce délai, toutes les pièces et observations seront remises à M. , Président de la Commission d'enquête.

Fait à le 186 .

Le Maire,

Nous, maire de la commune d , certifions que l'avis ci-dessus a été publié en cette commune, en la manière ordinaire, le 18 , et qu'il est resté affiché à la principale porte de l'Église et à celle de la Mairie, depuis le jusqu'à ce jour.

Fait à le 186 .

Le Maire,

(*Troisième Dossier.* — *Pièce N° 3.*)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

GARES ET STATIONS

DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE

Arrondissement d

Canton d

Commune d

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

CERTIFICAT DE DÉPOT ET DE PUBLICATIONS DE PIÈCES

PROCÈS-VERBAL D'ENQUÊTE (Registre).

L'an mil huit cent soixante , le
en exécution de l'arrêté de M. le Préfet d , en date
d

Nous, Maire de la commune d , avons fait déposer au greffe de la Mairie les pièces composant le dossier du projet d'emplacement d'une station sur le territoire de cette commune.

Nous avons aussi fait annoncer le dépôt desdites pièces par des publications et par des affiches, avec invitation aux propriétaires et autres intéressés de nous faire connaître leurs réclamations et observations.

En conséquence, nous avons ouvert le présent Procès-verbal, à l'effet d'y consigner toutes les déclarations.

A , le 186

Le Maire,

Et le

Nous avons clos le présent Procès-verbal, qui sera annexé aux pièces qui sont restées déposées au greffe de la Mairie, depuis le jusqu'à ce jour.

Le Maire,

(*Modèles du troisième Dossier.* — *Pièce* N° 6.)

NOTICE EXPLICATIVE

La partie du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, comprise dans l'arrondissement de Barbezieux, s'étend depuis le mur du cimetière de Barbezieux jusqu'à la limite des communes de Saint-Médard et Viville, sur une longueur de 6,725 mètres environ.

Elle suit, dans son parcours, le versant gauche du coteau où se trouve situé le village de chez Baron.

Les localités touchées par le chemin de fer sont les suivantes :

1° Barbezieux, dont la population est de ...... 3,881 habitants.
2° Saint-Médard, d° .... 454 »

Le peu d'importance de Saint-Médard, en même temps que son rapprochement des deux stations de Barbezieux et Viville (cette dernière dans l'arrondissement de Cognac), ne permettent pas l'établissement d'une station sur son territoire.

La Compagnie propose, en conséquence, dans l'arrondissement de Barbezieux :

La station unique de Barbezieux.

La station suivante sera Viville, dans l'arrondissement de Cognac.

La distance qui séparera ces deux stations sera, approximativement, de 7,400 mètres.

Nous allons examiner maintenant les futures relations, ainsi que l'emplacement et les dispositions principales de cette station.

Barbezieux est la station *terminus* du chemin de fer projeté d'après la concession actuelle; nous avons cherché à la placer dans les conditions les plus économiques, et de manière à bien desservir la ville et les localités environnantes, tout en permettant un prolongement facile vers le midi. L'emplacement choisi remplit mieux qu'aucun autre ces différentes conditions.

La station est placée sur le sommet du coteau qui, partant du faubourg de Barbezieux, s'étend jusqu'au village de chez Baron, entre la route départementale n° 12, de Barbezieux à Jarnac, et les chemins ruraux qui conduisent à Saint-Médard.

Les voies de la gare prendront naissance près du mur du cimetière et s'étendront jusqu'à une distance de 590 mètres environ de ce même point.

Le chemin de Barbezieux à Saint-Médard, dont le classement est réclamé depuis longtemps, formera l'accès immédiat à la gare, qu'il longe dans toute son étendue ; d'autres chemins faciles à améliorer ou à créer pourront la relier sans beaucoup de dépenses avec les autres quartiers de la ville, la route départementale n° 12 et la route nationale de Paris à Bordeaux.

Le bâtiment des voyageurs et la halle aux marchandises seront placés sur le côté droit du chemin de fer, et l'on y accédera par le chemin désigné plus haut.

La station est en alignement droit et sur un palier horizontal.

La superficie totale occupée par la station est de 2 hectares 11 ares 49 centiares.

Les localités desservies par cette station sont indiquées au tableau suivant :

NOMS DES COMMUNES	POPULATION	DISTANCE de chaque centre à la station.		OBSERVATIONS
	Habitants.	Kil.	mèt.	
Guimps	1007	8	»	
Barret	1257	5	»	
Lagarde	325	7	»	
Montchaude	817	5	»	
Saint-Hilaire	467	2	500	
Salles	505	3	500	
Saint-Bonnet	800	5	250	
Vignolles	473	6	100	
Saint-Médard	454	5	250	
Lamérac	436	8	»	
Reignac	1125	6	500	
Condéon	1180	7	750	
Angeduc	234	9	»	
Challignac	617	8	250	
La Chaise	663	10	500	
Saint-Aulais-la-Chapelle-Conzac	506	10	»	
Le Tâtre	620	10	500	
Barbezieux	3881		560	
Total	15467			

(*Modèles du troisième Dossier. — Pièce N° 7.*)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

ENQUÊTE

DÉPARTEMENT d

Arrondissement d

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

PROCÈS-VERBAL

des Opérations de la Commission d'Enquête

(*des Stations*)

L'an mil huit cent soixante , le

La Commission nommée par l'arrêté de M. le Préfet d , en date du 186 , pour donner son avis sur les résultats de l'enquête relative au nombre et à l'emplacement des stations de voyageurs et des gares de marchandises, qui doivent être établies dans la traversée de l'arrondissement d par le chemin de fer d à s'est réunie à la sous-préfecture d sous la présidence de M.

Ont été présents :

MM.

La séance ouverte

M. le Président met sous les yeux de la Commission :

1° Copie de l'arrêté de M. le Préfet d , en date du 186 , prescrivant l'ouverture des enquêtes et instituant la Commission ;

2° Les certificats de publications et affiches délivrés par MM. les Maires du lieu des stations ;

3° Les pièces du projet et les dossiers de l'enquête ouverte dans chaque commune du lieu des stations;

4° Les avis des conseils municipaux des autres communes qui ont été appelées à délibérer et les pièces du projet qui leur ont été communiquées.

Les procès-verbaux des enquêtes ouvertes dans les différentes communes constatent :

Les observations et réclamations des divers conseils municipaux consultés peuvent se résumer comme il suit :

La Commission, après avoir entendu les observations présentées par MM. les Maires du lieu des stations, et par l'Ingénieur chargé des travaux,

Fait et délibéré à , le 186

et ont, les Membres présents, signé après lecture.

(*Modèles du* **quatrième Dossier**. — *Chemise générale.*)

ENQUÊTE PARCELLAIRE



BORDEREAU

DES PIÈCES CONTENUES DANS LE DOSSIER N° 4

1° Plan parcellaire.
2° Arrêté du Préfet désignant les territoires qui doivent être traversés.
3° Tableau indicatif des propriétés à acquérir.
4° Arrêté du Préfet déterminant les propriétés qui doivent être cédées.
5° Notice explicative.
6° Profil en long (même modèle qu'au premier Dossier).
7° Arrêté du Préfet ordonnant le dépôt des plans et nommant la Commission.
8° Numéro du journal contenant les Arrêtés et Avis de la Préfecture, etc.
9° Avis du Maire.
10° Certificat de dépôt et de publication des pièces et procès-verbal d'enquête.
11° Procès-verbal des opérations de la Commission d'enquête.
12° Lettre d'envoi des pièces de M. le Préfet au Maire.
13° Registre destiné à recevoir les déclarations d'élection de domicile.
14° Avis du Préfet.

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 1.*)
(Autant d'exemplaires que de communes.)

DÉPARTEMENT
DE LA CHARENTE

ARRONDISSEMENT
de Barbezieux.

CANTON
de Barbezieux.

COMMUNE
de Barbezieux.

COMPAGNIE

DU

CHEMIN DE FER DE BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

PLAN PARCELLAIRE

DES TERRAINS A ACQUÉRIR DANS LA TRAVERSÉE

DE LA COMMUNE DE BARBEZIEUX

Sur une longueur de

Echelle de 0,001 pour 1 mètre ($\frac{1}{1000}$)

ON A INDIQUÉ SUR LE PLAN

Par des **Traits fins**, *les limites de parcelles ou de cultures.*
Par une **Flèche double**, *la réunion de plusieurs parcelles sous le même numéro.*
Par une **Flèche simple**, *les points d'accès aux propriétés et le sens des cours d'eau.*
Par un **Liseré violet** adouci, *les limites des communes.*
Par un **Liseré jaune fort**, *les limites de sections du cadastre.*
Par un **Liseré jaune fin**, *les limites de cantons ou lieux-dits.*
Par des **Hachures**, *les bâtiments existants.*
Par des **Chiffres entre parenthèses**, *les numéros du cadastre.*
Par des **Chiffres entourés d'un cercle**, *les numéros d'ordre des parcelles à acquérir.*
Par une **Ligne ponctuée** ainsi, ▬...▬...▬...▬ *l'axe du chemin de fer.*
Par une **Ligne ponctuée** ainsi, —.—.—.— *l'axe des déviations de chemins et de cours d'eau.*
Par des **Nombres** *suivant l'axe du chemin de fer, les distances entre les profils.*
Par des **Nombres disposés transversalement**, *les largeurs de l'emprise.*
Par les **Lettres** D *et* R suivies de nombres, *la hauteur de déblai ou de remblai à chaque piquet hectom.*
Par une **Teinte rose**, *les terrains à acquérir.*

Nota. — Le niveau des rails est d'environ 0m,40 au-dessus de la plate-forme des terrassements.

Dressé et présenté par l'Ingénieur-Directeur de la Compagnie, soussigné.

A Barbezieux, le 187 .

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 2.*)

(1 exemplaire format 21 × 31 et 3 exemplaires en affiche. — *Un par arrondissement.*)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

PRÉFECTURE
DU DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE

Arrondissement d

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

ARRÊTÉ

Désignant les territoires qui doivent être traversés par le chemin de fer.

Nous, Préfet du département de la Charente,

Vu la loi du 12 juillet 1865 relative à l'exécution des chemins de fer d'intérêt local;

Vu la concession de la ligne de Barbezieux à Châteauneuf;

Vu le décret du 15 mai 1869, déclarant ledit chemin d'utilité publique;

Vu le Plan du tracé dudit chemin de fer approuvé par nos décisions en date des ;

Vu la loi du 3 mai 1841, sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, notamment l'article 2;

Vu l'article 438 du Code pénal;

Considérant que, avant de procéder aux formalités de l'Enquête sur les plans parcellaires, il est nécessaire de désigner les localités et territoires sur lesquels seront exécutés les travaux, conformément à l'article 2 de la loi sus-visée du 3 mai 1841;

ARRÊTONS :

Article premier. Les territoires sur lesquels seront exécutés les travaux du chemin de fer d'intérêt local de Barbezieux à Châteauneuf, dans l'arrondissement de Barbezieux et de Cognac, sont, conformément au plan général approuvé par nos décisions sus-énoncées, savoir :

Dans l'arrondissement de Barbezieux, ceux des communes de Barbezieux et Saint-Médard.

Dans l'arrondissement de Cognac, ceux des communes de Viville, Malaville, Éraville et Châteauneuf.

Article 2. Le présent arrêté sera publié à son de trompe ou de caisse dans chacune des communes ci-dessus désignées, et y sera affiché tant à la principale porte de l'église qu'à celle de la Mairie. Il sera en outre inséré dans le journal *le Narrateur*, lequel se publie à Barbezieux, et dans le journal *l'Indicateur de Cognac*, qui se publie à Cognac.

Fait et arrêté à Angoulême, en l'hôtel de la Préfecture, le 18 .

Le Préfet de la Charente,

(Modèle du quatrième Dossier. — Pièce N° 3.)

(Trois exemplaires.)

TABLEAU INDICATIF DES PROPRIÉTÉS A ACQUÉRIR

Commune de Barbezieux.

Nos du plan du chemin de fer.	CADASTRE			NATURE des propriétés.	NOMS, PRÉNOMS ET DEMEURE DES PROPRIÉTAIRES		CONTENANCE à acquérir.		
	Sections	LIEUX-DITS	Nos		tels qu'ils sont inscrits à la matrice des rôles.	actuels ou présumés tels.	Hect.	Ares.	Cent.
34	D	Chemin de la poste.	197P.	Terre.	BERTIN, Jean-Victor, à Barbezieux.	BERTIN, Jean-Victor, à Barbezieux.		5	98
35	D	d°	198	Terre.	FORGET, Marguerite, à Chat-Pendu.	FORGET (dame), à Bernau.		4	22
			199	Terre.	POUSSET, François, chez Loquet.				
36	D	d°	200	Terre.	DRILLION, Marie-Joseph, fils, à Barbezieux.	POUSSET, boucher, à Barbezieux.		1	22
					Etc., etc., etc.				

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 4.*)

(Trois exemplaires.)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE.

Arrondissement d

Canton d

Commune d

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

ARRÊTÉ

Déterminant les propriétés qui doivent être cédées pour l'exécution du chemin de fer.

Nous, Préfet de la Charente, Chevalier de la Légion d'Honneur.

Vu la loi du 12 juillet 1865 relative à l'exécution des Chemins de fer d'intérêt local;

Vu la concession de la ligne de Barbezieux à Châteauneuf;

Vu le décret du 15 mai 1869, déclarant ledit chemin de fer d'utilité publique;

Vu la décision préfectorale, en date du
qui approuve le projet de construction dudit chemin de fer entre Barbezieux et Châteauneuf;

Vu notre arrêté en date du qui désigne les localités ou territoires sur lesquels les travaux doivent avoir lieu, notamment la commune d
arrondissement d ;

Vu les plans et états parcellaires dressés par l'Ingénieur chargé de l'exécution des travaux, et indiquant les terrains et édifices dont la cession est nécessaire pour l'établissement dudit chemin de fer dans la commune de
auquel plan est annexé l'état indicatif des noms de chaque propriétaire, tels qu'ils sont indiqués sur la matrice des rôles;

Vu les pièces suivantes, constatant l'accomplissement des dispositions relatives aux publications prescrites par les articles 6 et 7 de la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, savoir :

1° Notre arrêté en date du mil huit cent
par lequel nous avons prescrit l'ouverture d'une enquête sur le projet dont il s'agit, ordonné le dépôt des plans à la Mairie d et nommé la Commission instituée par l'article 8 de la loi du 3 mai 1841 pour délibérer sur les résultats de l'enquête;

2° Un avis en forme de placard du
annonçant le dépôt

3° Un exemplaire du journal l , publié à , numéro du mil huit cent dans lequel se trouve un avis signé , annonçant que lesdits plans, états et autres pièces relatifs à l'établissement du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, sur le territoire de la commune d , resteront déposés à la Mairie de ladite commune, afin que chacun puisse en prendre connaissance, pendant huit jours à partir du mil huit cent ;

4° Le certificat dressé par le Maire, constatant que le même avertissement a été publié à son de trompe ou de caisse, dans ladite commune, et affiché tant à la principale porte de l'église du lieu qu'à celle de la maison commune, le mil huit cent ;

5° Le procès-verbal de l'enquête communale constatant que ladite enquête, pour les pièces déposées à la Mairie, est restée ouverte pendant huit jours, et que les déclarations et réclamations faites, soit verbalement, soit par écrit, y ont été insérées et annexées conformément à la loi, ledit procès-verbal dressé par le Maire de ladite commune, ouvert le mil huit cent , clos le ;

6° Les procès-verbaux de la commission, réunie à sous la Présidence de M. , et composée conformément aux prescriptions de l'article 8 de la loi du 3 mai 1841 ; lesdits procès-verbaux constatant que la Commission a commencé ses opérations le mil huit cent et qu'elles les a terminées le

Vu la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique et notamment les articles 2, 10, 11, 13, 14;

Considérant que toutes les formalités prescrites par la loi ont été remplies :

ARRÊTONS :

Article premier. — Seront cédées immédiatement après la fixation de l'indemnité, pour servir à l'établissement du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf sur le territoire de la commune de , les propriétés ou portions de propriétés désignées au plan parcellaire et dans l'état collectif annexés au présent arrêté et revêtus de notre visa, ledit état présentant la quantité de parcelles, d'une superficie totale de hectares ares centiares.

Art. 2. — Conformément aux articles 13 et 14 de la loi du 3 mai 1841, le présent arrêté sera envoyé, avec toutes les pièces à l'appui, à M. le Procureur impérial près le tribunal de première instance séant à , pour que ce magistrat veuille bien requérir l'expropriation, pour cause d'utilité publique légalement constatée, des propriétés ou portions de propriétés indiquées dans l'état collectif ci-dessus mentionné.

Fait à Angoulême, le mil huit cent soixante

Le Préfet,

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 5.*)

NOTICE EXPLICATIVE

Sur les principales dispositions du chemin de fer dans la traversée de la commune de Barbezieux.

1° *Décision approbative du Traité.*

Le projet définitif du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, entre Barbezieux et Saint-Médard, a été approuvé par décision préfectorale en date du 5 janvier 1870.

2° *Tracé général.*

Suivant ce projet, la commune de Barbezieux est traversée par le chemin de fer sur une longueur de 2850^m,60, dont 1167^m,68 en courbes et 1682^m,92 en alignements.

La voie sera en déblais sur 1624^m,41 et en remblais sur 1226^m,19.

La profondeur maxima des tranchées sera de 2^m,66.

La hauteur des remblais ne dépassera pas 2^m,64.

3° *Dispositions relatives aux Voies de communication.*

Le tableau suivant indique sommairement les dispositions projetées pour le rétablissement des chemins publics ou privés coupés par le chemin de fer. Les voies de communication y sont désignées dans leur ordre successif, en commençant, pour cette commune, par le point de départ de la ligne.

TABLEAU indicatif des Ouvrages à exécuter pour le maintien des Voies de communication.

EMPLACEMENT DES CHEMINS	DÉSIGNATION DES CHEMINS	MODE DE PASSAGE	DISPOSITIONS DIVERSES — OBSERVATIONS
Piquet 4 + 31,23.	Chemin vicinal ordinaire N° 3, de Barbezieux à Saint-Bonnet.	Passage à niveau au P. 4 + 43^m,00.	Ce chemin n'a pu être conservé dans son emplacement primitif par suite des travaux de terrassements assez considérables que cela eût nécessité. Il a donc été légèrement dévié vers Châteauneuf et est maintenu à l'aide d'un P. à N. qui traverse le chemin de fer au piquet 4 + 43^m. A ce P. à N. il sera construit une barrière.
Piquet 14+30,73.	Route nationale N° 10 de Paris à Bayonne.	Passage à niveau au P. 14 + 30,53.	La route est maintenue dans son état primitif et sans aucune modification à l'aide d'un P. à N.; il y sera construit une barrière et une maison de garde.
Piquet 19.	Chemin vicinal N° 50, des Granges de chez Durand.	Dévié au passage à niveau du P. 19+25.	Ce chemin est dévié au passage à niveau suivant, qui peut être considéré comme commun à ces deux chemins.
	Etc. (Suit l'énumération des chemins.)		

Il résulte du tableau qui précède que le chemin de fer rencontre routes ou chemins sur son parcours dans la commune de Barbezieux, se classant :

Une route nationale desservie par un passage à niveau;

Un chemin vicinal ordinaire desservi par un passage à niveau;

chemins ruraux dont desservi par passage à niveau, et dévié au P. à N. le plus rapproché ; etc., etc., etc.

En résumé, le chemin de fer traverse voie de communication dont desservie directement par des passages et dévié latéralement.

Les passages à niveau et déviations seront établis suivant les prescriptions du cahier des charges de la concession ; les P. à N., sauf ceux désignés au tableau ci-contre, n'auront ni barrière ni maison de garde.

Les nouvelles voies de communication seront de même nature que les voies supprimées qu'elles remplacent, c'est-à-dire que les chemins empierrés qui sont déviés auront leurs déviations empierrées, tandis qu'un chemin latéral destiné à l'exploitation des terres ou à remplacer un chemin non empierré sera nivelé dans les mêmes conditions que celui qu'il remplace et ne sera pas empierré.

Si, malgré les chemins latéraux projetés par la Compagnie, des parcelles se trouvaient privées d'accès analogues à ceux qui les desservent actuellement, l'on y pourvoirait, soit par l'achat de droits de passages au profit des parcelles enclavées, soit par l'établissement de nouveaux chemins d'accès.

Ouvrages d'art pour l'écoulement des eaux.

Le tableau suivant indique l'emplacement, la nature et les dispositions principales des ouvrages d'art prévus pour assurer l'écoulement des eaux dont le cours est arrêté ou modifié par l'établissement du chemin de fer.

EMPLACEMENTS DES COURS D'EAU	INDICATION DES COURS D'EAU et des ouvrages projetés.	DISPOSITIONS DIVERSES OBSERVATIONS
Piquet 28 + 69,50	Drains en pierres sèches. Aqueduc voûté de 0,60 d'ouverture sur un ruisseau. Etc. (Suit l'énumération des ruisseaux.)	Ce ruisseau traverse le chemin de fer à l'aide d'un aqueduc voûté de $0^m,60$ d'ouverture.

L'écoulement des eaux sera parfaitement assuré par les ouvrages ci-dessus indiqués ; des fossés latéraux aboutissant aux ouvrages seront établis partout où le besoin s'en fera sentir.

Sur tous les points où des déviations latérales existeront en face des ouvrages, ceux-ci seront continués, ou seront remplacés par des cassis facilitant l'écoulement des eaux à travers les voies latérales.

Stations.

La station de Barbezieux sera établie à l'emplacement désigné par M. le Préfet, dans son arrêté en date du 16 novembre 1869, au lieu-dit les Petits-Prés, entre le chemin de grande communication N° 5, de Barbezieux à la Rochefoucauld, et le chemin vicinal N° 3, de Barbezieux à Saint-Bonnet, une voie latérale la reliant à ces deux voies de communication.

(*Modèles du quatrième Dossier.* — *Pièce N° 7.*)
(Huit exemplaires.)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE.

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

Arrondissement d

Canton d

Commune d

ARRÊTÉ DU PRÉFET

Ordonnant le dépôt des plans et nommant la commission chargée de statuer sur l'enquête.

Nous, Préfet du département de la Charente,

Vu la loi du 12 juillet 1865 relative à l'exécution des chemins de fer d'intérêt local;

Vu la concession de la ligne de Barbezieux à Châteauneuf;

Vu le décret du 15 mai 1869, déclarant ledit chemin d'utilité publique;

Vu le Plan du tracé dudit chemin de fer approuvé par nos décisions en date du ;

Vu le titre II de la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique;

Vu l'arrêté préfectoral du , désignant les communes où seront exécutés les travaux;

Vu le Plan parcellaire, l'état indicatif et la notice à l'appui, des terrains à occuper pour l'établissement dudit chemin de fer sur la commune de ;

ARRÊTONS :

ARTICLE PREMIER. — Les plans parcellaires des terrains et édifices dont l'occupation est nécessaire pour l'établissement du chemin de fer sur le territoire de la commune de seront déposés à la mairie de cette commune pendant huit jours consécutifs à compter du

ART. 2. — Le délai fixé à l'article précédent ne courra qu'à dater de l'avertissement qui sera donné collectivement aux parties intéressées de prendre connaissance des plans, état et notice déposés à la Mairie.

Cet avertissement sera publié à son de trompe ou de caisse dans la commune de et affiché tant à la porte principale de l'église qu'à celle de la maison commune.

Il sera, en outre, inséré dans l'un des journaux qui se publient au chef-lieu d .

ART. 3. — Le Maire d certifiera ces publications et affiches. Il mentionnera, sur un procès-verbal qu'il ouvrira à cet effet et que les parties qui comparaîtront

seront requises de signer, les déclarations et réclamations qui lui auront été faites verbalement, et il y annexera celles qui lui auront été transmises par écrit.

Art. 4. — A l'expiration du délai de huit jours ci-dessus fixé, M. le Maire d
clora le procès-verbal, qu'il transmettra à M. le Sous-Préfet de l'arrondissement d
ainsi que les plans et autres pièces de l'affaire, pour être soumis à une Commission qui se réunira à l'hôtel de la sous la présidence de

Art. 5. — Nommons pour former la Commission mentionnée à l'article 3 de la loi du 3 mai 1841,

MM.

Le Maire de la commune;
Et M. l'Ingénieur Directeur chargé de l'exécution des travaux ou son délégué.

Art. 6. — Cette Commission recevra pendant huit jours les observations des propriétaires.

Elles les appellera toutes les fois qu'elle le jugera convenable et donnera son avis.

Les opérations devront être terminées dans le délai de dix jours, à dater de l'époque de sa réunion; après quoi son procès-verbal nous sera immédiatement adressé.

Art. 7. — La Commission sera convoquée par
aussitôt que toutes les pièces constatant l'accomplissement des formalités de publication et d'enquête auront été transmises.

Art. 8. — Expédition du présent Arrêté sera adressée à chacun de MM. les Membres de la Commission chargée d'en assurer l'exécution.

Fait à l'hôtel de la Préfecture, le 1870.

Le Préfet de la Charente,

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 8.*)
(Un exemplaire.)

NUMÉRO

DU

JOURNAL

(Dans lequel ont été publiés les Arrêtés et Avis de la Préfecture).

Publié huit jours avant la clôture de l'Enquête.

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 9.*)

(Cet avis doit être sous forme d'affiche, — 4 affiches.)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

ENQUÊTES

Commune d

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

AVIS

Le public est prévenu qu'en exécution de l'arrêté de M. et en conformité des articles 4, 5 et 6 de la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, la Notice descriptive du tracé, le plan parcellaire et le tableau indicatif des immeubles dont la cession est considérée comme nécessaire à l'exécution du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf dans la commune de ont été déposés à la Mairie de ladite commune et y resteront jusqu'au inclusivement, afin que chacun puisse en prendre connaissance.

Un procès-verbal d'enquête est ouvert à la Mairie pour recevoir les déclarations et réclamations qui seront faites pendant le même délai.

Après ce délai, toutes les pièces et observations seront remises à M. président de la commission d'enquête.

Fait à le 187 .

Le Ma

Nous, Maire de la commune de certifions que l'avis ci-dessus a été publié en cette commune, en la manière ordinaire, le 187 , et qu'il est resté affiché à la principale porte de l'église et à celle de la Mairie depuis le jusqu'à ce jour.

Fait à le 187 .

Le Maire.

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 10.*)
(Un exemplaire.)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE.

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

Arrondissement d

Canton d

Commune d

CERTIFICAT DE DÉPOT ET DE PUBLICATION DE PIÈCES

PROCÈS-VERBAL DE L'ENQUÊTE.

L'an mil huit cent soixante , le , en exécution de l'arrêté de M.

Nous, Maire de la commune de avons fait déposer au greffe de la Mairie de cette commune un plan parcellaire dressé par les Ingénieurs du chemin de fer, indiquant les immeubles dont la cession est considérée comme nécessaire pour l'exécution dudit chemin, sur le territoire de cette commune, auquel plan sont joints la description du tracé dudit chemin de fer, et le tableau indicatif des propriétaires des immeubles à acquérir, tels qu'ils sont inscrits à la matrice des rôles.

Nous avons aussi, aujourd'hui, fait annoncer le dépôt desdites pièces par des publications et par des affiches, en conformité de l'article 6 de la loi du 3 mai 1841, avec invitation aux propriétaires et autres intéressés de nous faire connaître leurs réclamations et observations.

En conséquence, nous avons ouvert le présent procès-verbal, à l'effet d'y consigner toutes déclarations et réclamations.

A le 187 .

Le Maire.

Et le

Nous avons clos le présent procès-verbal, qui sera annexé au plan ci-dessus indiqué, lequel est resté déposé au greffe de la Mairie de
depuis le jusqu'à ce jour.

Le Maire.

(*Modèles du quatrième Dossier.* — *Pièce N° 11.*)
(Un exemplaire.)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

ENQUÊTES

DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE.

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

Arrondissement d

Canton d

Commune d

PROCÈS-VERBAL

Des opérations de la Commission d'enquête

(*Parcellaire*).

L'an mil huit cent soixante , le
en vertu de l'arrêté de M. le
en date du

La Commission créée, en conformité de l'article 8 de la loi du 3 mai 1841, pour donner son avis sur les résultats de l'enquête relative aux projets des travaux à faire dans la commune de pour l'exécution du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, s'est réunie à
sous la présidence de M.

Ont aussi été présents :

MM.

M. le Président met alors sous les yeux de la Commission les pièces du dossier qui consistent dans :

1° Le plan parcellaire des propriétés à acquérir;

2° Le tableau indicatif desdites propriétés et des noms des propriétaires, tels qu'ils sont inscrits à la matrice des rôles;

3° La notice descriptive du tracé du chemin de fer. Ces trois pièces dressées par les Ingénieurs du chemin de fer à la date du ;

4° Copie de l'arrêté de M.
en date du prescrivant l'ouverture des enquêtes;

5° Copie de l'affiche apposée à la principale porte de l'église et à celle de la maison commune de ;

6° Le certificat de M. le Maire d de publications et affiches, en conformité de l'article 7 de la loi du 3 mai 1841.

7° Le numéro du journal de l'arrondissement de
intitulé , où est inséré l'avis donné par l'affiche.

8° Le procès-verbal d'enquête ouvert le
et clos le

La Commission, ayant pris connaissance du procès-verbal d'enquête et des pièces annexées, est d'avis qu'elle n'a point à s'occuper des réclamations qui n'ont trait qu'au règlement des indemnités; et en conséquence elle écarte,

En ce qui concerne

Et le du mois de

La Commission étant réunie a

Et personne ne s'étant présenté ce jour-là, ni dans l'intervalle, pour faire d'autres observations, la Commission a maintenu ses avis et conclusions tels qu'ils sont exprimés ci-dessus.

Ont été présents :

MM.

Fait et délibéré ledit jour, et ont, les membres présents, signé.

(*Modèles du quatrième Dossier.* — *Pièce N° 12.*)
(Un exemplaire.)

PRÉFECTURE
DE LA CHARENTE

e Division.

CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

EXPROPRIATIONS
des terrains.

COMMUNE
d

Dépôt et publication des plans et tableaux parcellaires.
(*Loi du 3 mai 1841.*)

, *le* 187 .

Monsieur le Maire,

J'ai l'honneur de vous envoyer les pièces relatives au chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, à publier le
et à déposer du au
inclusivement, dans votre commune, conformément à la loi du 3 mai 1841.

Savoir :

1° Le plan parcellaire des terrains dont la cession est nécessaire pour l'ouverture de cette partie du chemin de fer;

2° Le profil en long du chemin de fer dans la traversée de la commune;

3° L'état nominatif des propriétaires de ces terrains;

4° Une notice explicative sur les travaux à exécuter;

5° L'avertissement aux parties intéressées pour être affiché aux lieux ordinaires des affiches.

J'ai l'honneur de vous adresser en même temps :

Une feuille imprimée pour le procès-verbal d'enquête, et une 1re feuille pour le registre destiné à recevoir les déclarations d'élection de domicile.

Veuillez faire remplir exactement et aux jours dits les formalités qui sont ici tracées, et me retourner toutes les pièces ci-jointes le lendemain même du jour de la clôture du procès-verbal.

Agréez, Monsieur le Maire, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le Préfet.

A Monsieur le Maire d

(*Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 13.*)
(Un exemplaire.)

COMPAGNIE
DU
CHEMIN DE FER
DE
Barbezieux à Châteauneuf.

DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE.

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF.

Arrondissement d

Canton d

Commune d

REGISTRE

NOTA. — Le domicile doit être élu dans l'une des communes de l'arrondissement.

Destiné à recevoir les déclarations d'élection de domicile faites à la Mairie de la commune de
en exécution de l'article 15 de la loi du 3 mai 1841, par des propriétaires, usufruitiers ou autres intéressés dans les immeubles situés sur le territoire de cette commune et reconnus nécessaires à l'établissement du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, déclaré d'utilité publique le 15 mai 1869, et dont la Compagnie du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf est devenue concessionnaire.

(Modèles du quatrième Dossier. — Pièce N° 14.)

(Quatre exemplaires en affiches.)

COMPAGNIE
DU CHEMIN DE FER
DE
BARBEZIEUX à CHATEAUNEUF

ENQUÊTES

COMMUNE d

LIGNE
DE BARBEZIEUX
A CHATEAUNEUF

AVIS

Publié en exécution de l'article 10 de la Loi du 3 mai 1841.

Le public est prévenu que la Commission nommée par Arrêté préfectoral du pour émettre son avis sur les réclamations et observations faites aux enquêtes prescrites par cet Arrêté, sur le dépôt fait à la Mairie d le , de la Notice descriptive du tracé du Plan parcellaire et du Tableau indicatif des terrains nécessaires à l'établissement du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, a émis l'avis qu'il serait utile de faire divers changements à ce plan.

En conséquence, tous les propriétaires que ces changements peuvent intéresser sont informés que le procès-verbal de la Commission et les autres pièces sont déposés à la Préfecture d , où ils pourront, pendant huitaine, à compter de la publication du présent avertissement, en prendre communication sans déplacement et sans frais, et fournir leurs observations écrites.

Fait à , le 186 .

Le Préfet.

Nous, Maire de la commune d , certifions que l'avis ci-dessus a été publié en cette commune, à la manière ordinaire, et qu'il est resté affiché à la principale porte de l'Église et à celle de la Mairie, depuis le jusqu'à ce jour.

Fait à , le 186 .

Le Maire,

(*Modèles du* **cinquième Dossier**. — *Chemise générale.*)

PROJETS DE DÉTAIL

BORDEREAU

DES PIÈCES CONTENUES DANS LE DOSSIER N° 5

1° Devis descriptif.

2° Plan général à l'échelle de $\frac{1}{10000}$.

3° Profil en long, échelles de $\frac{1}{5000}$ pour les longueurs et $\frac{1}{500}$ pour les hauteurs.

4° Types des profils en travers de la voie.

5° Types des routes et chemins.

6° Dessins des passages à niveau.

7° Types des passages à niveau.

8° Types des acqueducs dallés ou drains.

9° Dessins des aqueducs, ponts ou ponceaux.

(Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 1.)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

DEVIS DESCRIPTIF

Ire SECTION

Commune de Barbezieux.

DEVIS DESCRIPTIF

ARTICLE PREMIER

La partie des chemins de fer de Barbezieux à Châteauneuf, dont nous soumettons les projets définitifs à l'approbation de M. le Préfet de la Charente, est comprise entre l'origine de la ligne, c'est-à-dire le bord des chemins de grande communication N° 5, de Barbezieux à Blauzac, et la limite des communes de Barbezieux et Saint-Médard, sur une longueur de 280m,60 environ.

Le tracé définitif ne diffère pas de celui de l'avant-projet adopté par un arrêté préfectoral en date du 5 janvier 1870.

Cet arrêté approuvant l'ensemble du tracé, nous n'en ferons pas ici une nouvelle description.

ARTICLE 2

Tracé de l'axe du chemin de fer.

L'axe du chemin présente en plan les alignements et les courbes de raccordement indiqués au tableau ci-dessous.

INDICATION DES ALIGNEMENTS et de LEURS REPÈRES	Longueur des alignements non compris les courbes de raccordement.	Longueur des courbes.	Angle des alignements adjacents.	Rayon des courbes de raccordement.	Longueur des tangentes à partir de leur point de rencontre.
Alignement droit du piquet 0 au piquet 5 + 44.18.	523.95				
Courbe à droite du piquet 5 + 44.18 au piquet 7 + 90.76.		246.58	16°220′ 34″	800.00	124.26
Alignement droit du piquet 7 + 70.76 au piquet 10 + 24.56.	233.80				
Courbe à gauche du piquet 10 + 24.56 au piquet 14 + 6.12.		381.56	126°16′ 36″	500.00	200.61
Etc., etc.					
Total des alignements droits..	757.75				
Total des courbes de raccordement....................	628.14	628.14			
Longueur totale..............	1385.89	(1)			

Les courbes de raccordement sont des arcs de cercle se raccordant avec les alignements aux distances de leur point de rencontre qui sont portés dans la colonne du tableau précédent.

Les alignements qui séparent des courbes de sens contraires ont tous une longueur supérieure à celle fixée par notre cahier des charges.

(1) Ce total ne correspond pas avec la largeur donnée à l'article 1er, car ceci n'est qu'un aperçu du tableau.

ARTICLE 3.

Profil en long.

L'axe du chemin offre la succession des paliers, pentes et rampes qui sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Les légères différences qui existent entre le profil définitif et celui adopté précédemment ont été motivées par quelques petites modifications du tracé en plan.

DÉSIGNATION DES PALIERS, PENTES ET RAMPES	ORDONNÉES		Longueur des paliers.	PENTES			RAMPES		
	A l'origine de la pente ou rampe.	A l'extrémité de la pente ou rampe.		Longueur.	Pente par mètre.	Abaissement.	Longueur.	Rampe par mètre.	Élévation.
Palier du piquet 0 au piquet 4 + 62.93.	78.94		442.70						
Pente du piquet 4 + 62.93 au piquet 15 + 22.93.	78.94	63.04		1060m	0.015	15.90			
Palier du piquet 15+22.93 au piquet 22 + 6.82.	63.04		683.89						
Pente du piquet 22 + 6.82 au piquet 28 + 70.83.	63 04	53.08		664.01	0.015	9.96			
Totaux........			1126.59	1724.01		25.86	»		»

Somme des élévations...........	»	Côté de départ...	78.94
Somme des abaissements........	25.86	Côté d'arrivée...	53.08
Différence..............	25.86	Différence égale à celle ci-contre...	25.86

ARTICLE 4.

Profil transversal du chemin.

Les profils en travers du chemin sont conformes aux types approuvés par M. le Préfet en date du

Les talus seront donc généralement réglés de la manière suivante :

En remblai, un et demi de base pour un de hauteur en déblai ; dans les terrains ordinaires, à 45 degrés, en déblai de rocher, à un quart de base pour un de hauteur.

ARTICLE 5.

Routes, chemins publics et privés.

Les routes, les chemins publics et privés, ainsi que les ouvrages auxquels ils donneront lieu, sont indiqués au tableau ci-après, suivant l'ordre dans lequel ils se présentent. (Voir pages 94 et 95.)

ARTICLE 6.

Les cours d'eau ou ruisseaux rencontrés, ainsi que les ouvrages auxquels ils donnent lieu, sont indiqués, dans l'ordre où ils se présentent, sur le tableau ci-après (page 96).

ARTICLE 7.

Murs de soutènement. Néant.

ARTICLE 8.

Stations. Il n'existe qu'une seule station à construire sur cette partie de la ligne, celle de Barbezieux, dont l'emplacement a été adopté par arrêté préfectoral en date du 16 novembre 1869, et dont le projet de détail a été adopté par un autre arrêté en date du 5 janvier 1870.

Les projets de bâtiments, de barrières et autres seront fournis ultérieurement.

Dressé et présenté par l'Ingénieur, Directeur de la Compagnie, soussigné.

Barbezieux, le 8 juillet 1870.

Signé : HUGUET.

Vu et approuvé.

NUMÉROS		DÉSIGNATION des ROUTES et CHEMINS RENCONTRÉS	MODE DE PASSAGE	DIMENSIONS principales DES OUVRAGES		
d'ordre.	du piquet le plus voisin.			Ouverture.	Hauteur sous clef au-dessus de la chaussée.	Larg[eur] ent[re] les parap[ets]
1	4 B	Chemin vicinal N° 3 de Barbezieux à Saint-Bonnet.	Passage à niveau.			
2		Chemin rural de l'Oisillon à la route nationale N° 10.	Passage à niveau.			
3		Chemin rural N° 61, de la route nationale N° 10 à Belair et au Maine-Merle.	Passage à niveau.			

DÉSIGNATION DES CHEMINS par catégories.					DIMENSIONS DES CHAUSSÉES			Angles.	OBSERVATIONS
[CH]EMINS		PASSAGES							
[...]s.	supprimés. PO	à niveau. PN	supérieurs. PS	inférieurs. PI	Largeur totale de la plate-forme.	Empierrement.	Fossés		
		1			6.00	4.00		68°.30′	Le chemin est maintenu à l'aide d'un passage à niveau, afin d'éviter de trop grands travaux de terrassement, et afin de dégager les aiguilles d'entrée de la gare de Barbezieux, nous avons dû reporter son axe vers Châteauneuf. Une maison de garde et des barrières seront construites à ce passage.
		1			4.00	3.00		66°.00′	Ce chemin est maintenu dans son emplacement actuel à l'aide d'un passage à niveau.
		1			4.00	3.00		68°.00′	Ce chemin est maintenu à l'aide d'un passage à niveau. Afin de le redresser on a dû reporter son axe vers Châteauneuf; des rampes d'accès à droite et à gauche le raccordent avec le chemin d'exploitation et avec un chemin latéral à gauche, destiné aussi à l'exploitation.
		3							

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Les passages à niveau pour voitures seront tous munis de contre-rails; un rang de pavés sera placé du côté extérieur et contre le rail, la partie comprise entre les contre-rails sera macadamisée.

Un type des passages à niveau est joint au dossier.

Les chemins empierrés seront rétablis dans les mêmes conditions de largeur et d'épaisseur. Toutes les fois que la hauteur du remblai dépassera 1m,50 des banquettes de sûreté seront établies le long des chemins déviés. Un type de routes et chemins est également joint au dossier.

Les chemins latéraux sur le sol naturel seront réglés de manière à présenter un profil régulier.

Des cassis seront établis sur les déviations ou chemins latéraux partout où le besoin s'en fera sentir.

NUMÉROS		DÉSIGNATION des COURS D'EAU RENCONTRÉS	Cours d'eau ou ruisseaux déviés. E. D.	DIMENSIONS principales DES OUVRAGES			Aqueducs et ponceaux. Aq. Pp.	Angles.	OBSERVATIONS
d'ordre.	du piquet le plus voisin.			Ouverture	Hauteur sous clef.	Longueur entre les têtes.			
1°	5C	Dépression de terrain.							Un drain en pierres sèches conforme au type qui est joint au dossier sera construit sur ce point.
	28C	Ruisseau.	1	0.60	1.136	9.01			Un aqueduc voûté de 0m,60 d'ouverture sera construit sur ce ruisseau ; les fondations reposeront sur le tuf; les murs en aile, les pieds-droits et la voûte seront en moellons têtués, la plinthe seule sera en pierre de taille.
		Etc.							Etc , etc.
			1						

Dressé et présenté par l'Ingénieur Directeur de la Compagnie soussigné.

Barbezieux, le 8 juillet 1870.

Signé : Huguet.

Vu et approuvé.

(*Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 2.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBÈZIEUX A CHATEAUNEUF

PLAN GÉNÉRAL DÉFINITIF

DE LA PREMIÈRE SECTION (OU DE TOUTE LA LIGNE)

Échelle de $\frac{1}{10,000}$.

NOTA. — Ce plan général est à une échelle quatre fois plus grande, pour chaque section distincte, que le plan général d'ensemble pour toute la ligne.

Les limites des communes, des principales propriétés, les chemins et sentiers d'exploitation y sont marqués en détail.

Les maisons et bâtiments sont à 1 millimètre pour 10 mètres, ce qui permet de les représenter très-distinctement et de discuter en détail les questions d'expropriation ou d'indemnités avec les propriétaires.

Les rayons des courbes du tracé y sont figurés par des lignes ponctuées —·—·—·— formant secteurs, qui se recroisent à $0^m,10$ pour un rayon de 1,000 mètres. En maintenant le tracé vers le milieu de la feuille du profil (dont le format réglementaire est de 0,31 de hauteur avec plis verticaux de 21 en 21 centimètres), on voit que les centres des courbes ne sortiront pas, en général, des limites du papier, surtout pour les courbes de 300 mètres ou 500 mètres de rayon.

(*Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 3.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

PROFIL EN LONG DÉFINITIF

DE LA PREMIÈRE SECTION

Échelles de $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{5,000} \text{ pour les longueurs.} \\ \frac{1}{500} \text{ pour les hauteurs.} \end{array} \right.$

NOTA. — Les profils en long d'exécution (correspondants aux plans par section au 1/10,000) sont, pour les longueurs, à une échelle double des plans, c'est-à-dire à 1/5.000, et, pour les hauteurs, on les fait décuples seulement des longueurs, afin de ne pas dépasser les limites du papier de $0^m,31$ de hauteur, dans les cas ordinaires.

Les indications qu'on y trouve sont, de haut en bas :

1° La ligne noire du terrain et ses cotes ou ordonnées verticales.

2° La ligne rouge du tracé et ses cotes rouges correspondantes.

3° Les distances entre les ordonnées successives.

4° Les longueurs kilométriques (par hectomètres), à partir de l'origine.

5° Les indications des *paliers* (N), *pentes* (P), ou *rampes* (R), avec leurs déclivités et leurs longueurs. Exemple : R de $0^m,00706$ sur $273^m,00$.

6° Les alignements droits ou courbes, avec l'indication de leurs rayons et de leur développement, ainsi :

C *à gauche de* $399^m,54$ *de développement.*
R = $1,000^m,00$.

(*Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 4.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

TYPES DES PROFILS EN TRAVERS

De la VOIE NORMALE, en REMBLAI, en DÉBLAI, etc.

(Une ou deux feuilles autographiées).

Nota. — Ces types sont figurés généralement à l'échelle de $0^m,01$ pour 1 mètre, qui est suffisante pour indiquer toutes les cotes de régime.

On y indique :

1° La distance d'entre-voie;
2° Celle d'axe en axe des rails;
3° La distance des bords des rails à l'arête du remblai (accotement);
4° La pente des accotements, donnée par 2 cotes verticales, au rail et à l'arête de couronne;
5° Les cotes des fossés, ou des pentes de remblai;
6° En cas de tranchées en roche, les profils inclinés latéraux et leurs fruits;
7° Les murs de soutènement et leurs divers profils, suivant la profondeur des tranchées;
8° Enfin, en cas de tunnels, les profils et épaisseurs des voûtes dans les diverses espèces de terrains (ordinairement on distingue les TROIS CAS de roche sèche, roche avec filtrations et parties mobiles, terrain ordinaire mobile, etc.)

(Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 5.)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

TYPES DES ROUTES ET CHEMINS

(Réunis sur une ou deux feuilles autographiées).

NOTA. — Mêmes observations que pour les profils de la voie. Échelle ordinaire, 10 millimètres pour 1 mètre, avec indication des types variés que l'on peut avoir à exécuter pour les passages en dessus ou en dessous, ou pour les déviations ou chemins de service des riverains.

1° Profil à niveau, en plaine, avec fossés (normal).

2° Profil en remblai, ordinaire, sans fossés (courant).

3° Profil en tranchée ordinaire (courant).

4° Profil en tranchée profonde (rare).

5° Profil en terrain argileux avec fossés perreyés remontant en soutènement oblique le long des talus à 45° (exceptionnel).

6° Profil pour tranchée en rocher (rare).

7° Profil pour tranchée en rocher mobile, ou ébouleux, avec murettes retenant le ballast, ou soutenant le rocher, etc.

Pour chaque cas, on indique la largeur et les cotes pour : *a*) routes nationales de 16ᵐ,00 de largeur; *b*) routes départementales de 10 mètres; *c*) chemins de grande communication de 8 mètres; *d*) chemins vicinaux de 5 mètres, 6 mètres, 7 mètres; *e*) chemins ruraux, avec ou sans banquettes, etc., de 4 mètres, etc.

(*Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 6.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

PASSAGE A NIVEAU

Au piquet 28c + 700

Chemin rural N° 51, de Belair au Maine-Merle.

NOTA. — Chaque passage à niveau doit être l'objet d'un plan spécial, à cause des raccordements et déviations des chemins qui doivent souvent être recourbés en S pour traverser la voie perpendiculairement, ou sous un angle limité de tel ou tel degré. (On admet 45° en moyenne.)

Puis il faut figurer l'emplacement des barrières, des maisons de garde (quand il y en a une), etc.;

Les parcelles et propriétés voisines, etc.

Ces plans se font généralement à l'échelle de 0m,002 pour mètre.

Les profils en long qu'on y annexe, au besoin sur la même feuille, sont aux échelles de :

0m,005 pour les hauteurs.
0m,001 pour les longueurs.

(*Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 7.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

TYPES DES PASSAGES A NIVEAU

Nota. — Le dossier doit contenir les *Types* des divers passages à niveau, par exemple *passage droit, passage biais de tel angle*, passage avec barrière en bois, barrière en fer, barrière roulante, barrière pivotante, ou bien encore pour route nationale, ou grande avenue, à deux barrières roulantes se joignant sur l'axe, etc.

Généralement il ne se présente pas une telle variété de types dans un même chemin, — on ne les met pas non plus tous au dossier, — mais, s'ils doivent être exécutés, il faut bien, tôt ou tard, en arrêter les types et les détails de construction.

(*Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 8.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

TYPES

DES AQUEDUCS, DALOTS OU DRAINS

NOTA. — Les *Types* d'aqueducs, dalots, ou drains, sont ceux des *ouvrages d'art courants* que l'on rencontre le plus souvent dans le profil en long d'un chemin de fer. En principe, il doit y en avoir un à chaque dépression du terrain, afin d'empêcher les eaux de pluie, ou de source, de s'accumuler d'un côté du remblai de la voie et d'y former une mare ou une inondation.

L'échelle *ordinaire* de ces autographies, dont chaque administration de chemins de fer a des collections, est de $0^m,02$ pour mètre (*dessins d'exécution*).

S'il ne s'agit que du *dossier administratif* on peut les réduire à $0^m,01$, ou même les disposer en *tableaux synoptiques* à $0^m,005$, à moins de prescriptions contraires et précises du cahier des charges.

Les largeurs varient de $0^m,20$ à $0^m,40$ pour les tubes en poterie (drains).

On fait des dalots de $0^m,50$, $0^m,60$, $0^m,80$, $1^m,00$, etc.

Les aqueducs ont, avec voûte alors, ou doubles dalots, $0^m,80$, $1^m,00$, $1^m,20$, $1^m,50$.

(*Modèles du cinquième Dossier. — Pièce N° 9.*)

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER

DE

BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF

DESSINS-TYPES

DES PONCEAUX OU PONTS ORDINAIRES

Nota. — 1° Mêmes échelles de 0m,02 ou 0m,01 que dans le cas précédent.

2° Les aqueducs et ponceaux se confondent souvent sous le même nom : lorsqu'ils passent sous la chaussée du chemin de fer.

3° Dans quelques cas particuliers, lorsque le chemin de fer est trop bas de niveau, il faut faire passer les eaux dessous au moyen d'un siphon en béton, en maçonnerie, en fonte, en poterie : cela dépend des systèmes adoptés de préférence par l'ingénieur, et aussi des facilités et matériaux dominants qu'offre le pays. (Voir les *Annales de la construction.*)

4° Quelquefois aussi il faut donner un type d'aqueduc passant par-dessus la voie, à 4m,30 de hauteur alors au-dessus des rails : on fait à volonté des canaux en maçonnerie sur arcades ou arcs surbaissés, ou des guideaux ou bâches en tôle. (Voir aussi divers types de ce genre dans les *Annales de la construction.*)

Fin des Modèles des Dossiers.

CHAPITRE V

ESTIMATION DU PRIX DES ÉTUDES ET PROJETS

PAR KILOMÈTRE OU A FORFAIT

§ 1. — Études faites par les départements eux-mêmes.

Lorsque les départements font faire directement et à leurs frais les études d'un chemin de fer d'intérêt local, les combinaisons peuvent être variées :

Le moyen le plus naturel serait que le Préfet ordonnât purement et simplement à l'agent voyer en chef ou à l'Ingénieur faisant fonction d'agent-chef les Études avec augmentation, au besoin, du personnel et des frais de bureau. Mais il est bon cependant de faire intervenir aussi l'esprit d'initiative des agents, afin de diminuer les frais que la négligence pourrait entraîner, et de rentrer, le plus possible, dans les conditions de l'industrie, c'est-à dire des traités de gré à gré ou à forfait, pour un prix déterminé.

C'est dans cet esprit qu'a été rédigé, par exemple, l'intéressant *arrêté* ci-après de M. le Préfet des Ardennes, qui concilie, autant que possible, les avantages de la liberté avec les formes ordinaires de l'administration et les garanties indispensables à l'intérêt public.

ARRÊTÉ DU PRÉFET DU DÉPARTEMENT DES ARDENNES

Concernant les Études des Chemins de fer d'intérêt local.

Nous, Préfet,

Vu la loi du 12 juillet 1865 sur les chemins de fer d'intérêt local;

Vu le décret du 9 novembre 1867, qui déclare d'utilité publique l'exécution de cinq lignes de chemins de fer d'intérêt local dans le département des Ardennes, et autorise le département à construire et à exploiter lesdites lignes ferrées, conformément à la demande faite par le Conseil général;

Vu les délibérations du Conseil général des 24 août 1865, 30 août 1866, 27 août 1867, qui règlent, d'une manière générale, les conditions d'exécution et d'exploitation des chemins de fer dont il s'agit, et nous chargent d'en faire faire les études, d'arrêter les dispositions préliminaires et d'assurer l'exécution des chemins projetés, avec le concours de M. Mialaret, ingénieur, agent voyer en chef du département, et des agents que nous jugerons à propos de désigner;

Vu le rapport sur les voies et moyens d'exécution que M. Mialaret nous a présenté à la date du 21 novembre dernier;

Considérant qu'il importe d'arrêter, dès à présent, les mesures préliminaires de l'exécution des travaux, afin de permettre de procéder de suite aux études définitives, à la rédaction des projets d'exécution, et aux formalités de l'expropriation des terrains, etc., travaux préparatoires qui nécessiteront au moins une année pour être accomplis;

Considérant, en conséquence, qu'il est urgent, pour pouvoir commencer les travaux en 1870, de constituer et d'organiser de suite le service spécial chargé de préparer des projets définitifs et d'assurer l'exécution;

Considérant que, sous ce rapport, comme sous tous les autres, il importe essentiellement de renfermer les dépenses dans les limites prévues par l'avant-projet qui a servi de base à la création des voies et moyens d'exécution ;

Considérant que cet avant-projet a estimé au chiffre de 7,300 fr. par kilomètre la dépense à faire pour assurer l'exécution des lignes projetées et leur mise en exploitation, en y comprenant notamment toutes celles relatives au personnel et frais généraux de toute espèce;

Considérant que l'avant-projet a été approuvé par le Conseil général, lequel a voté les dépenses qu'il comporte et porté au budget de l'exercice prochain un crédit suffisant pour assurer, avec les ressources locales disponibles, les mesures préparatoires à l'exécution des travaux ;

Vu l'offre présentée par M. Mialaret, ingénieur civil, agent voyer en chef du département, désigné par le Conseil général pour assurer, sous notre autorité, l'exécution des chemins de fer d'intérêt local qui font l'objet du décret du 9 novembre 1867, de pourvoir à tous les frais généraux que doit entraîner l'exécution des lignes projetées et leur mise en exploitation, moyennant une somme fixe, réglée par abonnement au chiffre de l'avant-projet, à condition qu'il lui sera permis d'employer, avec notre autorisation spéciale, les agents de la vicinalité du département, sauf par lui à assurer, en toutes circonstances, le fonctionnement régulier et la bonne marche de ce service;

Considérant que le prix de 7,300 fr. par kilomètre, pour les frais généraux, est notablement inférieur à celui qui ressort, pour ce chapitre, des comptes tenus par les Compagnies de chemins de fer, ainsi que cela résulte notamment des documents mis à notre disposition par la Compagnie de l'Est, où les frais généraux atteignent en moyenne 18,000 fr. par kilomètre, pour les lignes d'intérêt secondaire;

Considérant que le prix de 7,300 fr. par kilomètre, qui comporte tous les frais généraux, même ceux de l'expropriation, est inférieur aux prévisions ordinaires, relatives à l'établissement des chemins de fer d'intérêt local, pour lesquels on estime généralement le chapitre personnel et frais généraux de 8,000 à 9,000 fr. par kilomètre;

Attendu, en conséquence, qu'il y a tout avantage pour le département à accepter l'offre de M. Mialaret, en ce sens que cette offre limite à un chiffre très-modéré la dépense relative au chapitre personnel et frais généraux, et fait disparaître sous ce rapport toutes chances de plus-faits;

Avons arrêté et arrêtons ce qui suit :

Art. 1er. M. Mialaret, ingénieur civil, agent voyer en chef du département, désigné par le Conseil général, est chargé d'assurer, sous notre autorité directe, la construction et la mise en service des chemins de fer d'intérêt local compris dans le décret du 9 novembre 1867. Il est autorisé à s'adjoindre les agents du service vicinal qu'il jugera aptes à le seconder, à charge par lui de prendre avec notre approbation toutes les mesures propres à assurer la marche de son service ordinaire et du service desdits agents.

Art. 2. Les agents dont M. Mialaret réclamera la collaboration seront désignés par nous, sur sa proposition, après qu'il nous aura été justifié que toutes les mesures seront prises pour assurer leur service, nous réservant expressément de décider dans quelle mesure ces agents auront à intervenir dans l'exécution des chemins de fer projetés. Tous les agents étrangers à la vicinalité, employés à un titre quelconque dans l'exécution des chemins de fer départementaux ou d'intérêt local, seront commissionnés par nous et relèveront de notre autorité.

Art. 3. Les opérations qui doivent assurer la construction et la mise en service des chemins de fer d'intérêt local dont il s'agit, comprennent notamment les services préliminaires et la rédaction des projets de détail; les enquêtes et les expropriations; le règlement des indemnités, l'exécution des travaux de toute nature, les réceptions, épreuves et règlements de comptes; le règlement des détails de l'exploitation par application du traité passé avec la Compagnie de l'Est; le contentieux administratif ou judi-

ciaire, y compris les procès devant le Conseil d'État et la Cour de cassation ; la comptabilité ; la direction du service et la production de tous les documents nécessaires, etc.

Art. 4. Les dépenses de toute nature que ces diverses opérations réclameront, telles que traitements, honoraires et salaires des agents préposés à la surveillance, frais de voyages et de déplacements, frais judiciaires, frais de bureaux, d'impressions et de reproduction de plans, insertions, etc., en un mot, toutes les dépenses de frais généraux pour assurer l'exécution des travaux, seront acquittées directement par M. Mialaret. Il devra en justifier à toute réquisition de notre part. Toutes les contestations qui pourraient s'élever au sujet de l'application de cet article seront jugées souverainement par nous.

Art. 5. Pour couvrir M. Mialaret des frais auxquels il est tenu de pourvoir en exécution de l'article précédent et l'indemniser pour les peines, soins et responsabilité qui lui incombent, il lui sera payé, à titre d'abonnement fixe et invariable, une somme de sept mille trois cents francs (7,300 fr.) par kilomètre de chemin construit et livré à l'exploitation, laquelle comprend la rémunération des soins donnés par lui jusqu'à ce jour à l'affaire des chemins de fer d'intérêt local dont il s'agit.

Art. 6. L'allocation de 7,300 fr. par kilomètre, fixée par l'article précédent, est divisée en deux parties : l'une de deux mille quarante francs (2,040 fr.), plus particulièrement applicable à la rédaction des projets définitifs et d'exécution et aux formalités de l'expropriation; l'autre égale à la différence, cinq mille deux cent soixante francs (5,260 fr.), plus particulièrement applicable à l'exécution des travaux.

Art. 7. La première partie de l'allocation sera mandatée au profit de M. Mialaret, par fractions de trois cent quarante francs (340 fr.) par kilomètre, au fur et à mesure de la production des documents ci-après et d'après la longueur kilométrique qu'ils comprendront :

1° Plans et profils généraux du tracé définitif aux échelles prescrites par le cahier des charges des grandes Compagnies ;

2° Plans parcellaires et documents pour les enquêtes prescrites par la loi de 1841 ;

3° Cession de terrains par voie amiable ou d'après règlement par le jury d'expropriation;

4° Projet de détail pour l'infrastructure;

5° Projet de détail pour l'établissement de la voie ;

6° Projet de détail pour les bâtiments et accessoires.

Art. 8. Les quatre cinquièmes de la deuxième partie de l'allocation, soit 4,200 fr. par kilomètre, chiffre rond, qui représentent à très-peu près les 4/5 de la dépense prévue, seront mandatés au profit de M. Mialaret, sur le vu des états de dépenses et en proportion de celles-ci jusqu'à due concurrence.

Le dernier cinquième, soit 1,050 fr. par kilomètre, ne sera mandaté qu'après l'entière exécution des lignes entreprises et le règlement définitif de la dépense à laquelle elles auront donné lieu.

Art. 9. Les études des projets définitifs de chaque ligne n'auront lieu que sur un ordre formel de notre part; les projets ne seront mis à exécution qu'après avoir été approuvés par nous, conformément au troisième paragraphe de l'article 2 de la loi du 12 juillet 1865 et sur notre ordre.

Art. 10. Le mode d'exécution des travaux et le mandatement des dépenses auront lieu suivant les règles tracées pour les travaux départementaux.

Art. 11. Toutes les opérations ayant pour objet les marchés, les adjudications, les réceptions des matières et des travaux, la surveillance et l'exécution, seront contrôlées par un agent nommé par nous et avec le concours de trois conseillers généraux.

Les frais qui résulteront de l'application du présent article seront réglés par nous et compris dans les frais généraux de 7,300 fr. par kilomètre, de manière que cette somme ne pourra, en aucun cas, se trouver dépassée.

Fait à Mézières, le 26 août 1868.

OBSERVATIONS ET RÉSUMÉ

1. — On remarquera, dans l'arrêté qui précède, que le chiffre de 7,300 fr. par kilomètre, fixé par l'article 5, et qui serait relativement élevé pour des frais d'Études seuls, comprend absolument toutes les Études, la rémunération du personnel, les frais de dessins, de projets, d'expropriation, et ensuite les dessins d'exécution des travaux, et la Direction même des travaux, avec responsabilité, tout au moins morale, en cas d'erreurs ou d'insuccès.

Les Études proprement dites n'y figurent que pour 2,040 fr. (article 6), et comprennent, alors encore :

1° Les Études d'avant-projet ;

2° Les Projets définitifs ;

3° Les pièces nécessaires aux formalités des expropriations, etc.

En considérant (voir le chapitre précédent) tout le travail de détail que comportent surtout les deux derniers objets, on ne trouve pas que le chiffre soit exagéré : les Études proprement dites n'y entrent en détail que pour les sommes indiquées plus haut, d'après les avis de MM. Ruelle, Froyer et Huguet.

2. — On se rappelle que, d'après M. Huguet, le prix des Études, par kilomètre, a été de 1,460 fr., en y comprenant la rédaction des projets, métrés et estimations des terrassements et ouvrages d'art, plus la rédaction des dossiers d'adjudication.

3. — M. Ruelle estime les Études d'*avant-projet* sur place (pouvant devenir définitives, en tant que *travail sur le terrain*) à 170 ou 180 fr., environ, par kilomètre (sans compter aucuns frais de *dessin*, ni de *bureau*, ni d'*administration* postérieurs). Voir page 17.

4. — M. Froyer indique, pour les Études d'avant-projet sur cartes d'État-Major ordinaires et sur terrain combinés :

En terrains ordinaires .... 116 fr.
Et en terrains accidentés......... 159 fr.

Nous avons déjà dit avec quelle réserve on devait accepter ces chiffres, car, en réalité, la pire des économies est celle que l'on fait sur les Études et sur les projets ou dessins d'exécution. — Une inadvertance, — une erreur de dessinateur, — une cote fausse ou mal comprise, peuvent causer à une Compagnie, ou à une entreprise, des pertes de 200,000 ou 300,000 fr. — et ce sera pour avoir voulu économiser un dessinateur, ou un Ingénieur-Directeur, pendant quelques semaines de travail de plus; ce qui ne se traduit jamais que par quelques centaines de francs de plus ou de moins.

C. A. Oppermann.

DEUXIÈME SECTION

VOIE ET MATÉRIEL FIXE

CHAPITRE I

RAILS ET VOIES DE DIVERS SYSTÈMES

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

L'existence d'une voie fixe, composée d'éléments métalliques destinés à maintenir les véhicules dans une trajectoire déterminée, constitue, à proprement parler, le fait caractéristique de tout chemin de fer ou chemin à ornières.

La fixité de la ligne de parcours permet l'adoption des plus grandes vitesses, sans risque de déviation, et sans danger d'être jeté hors de la chaussée : on peut quadrupler aisément ainsi la vitesse des anciennes diligences.

D'un autre côté, la dureté de la matière sur laquelle roulent les véhicules et le poli qu'elle prend par l'usure diminuent considérablement la résistance au frottement de roulement, et facilitent d'autant la traction. La force nécessaire pour traîner un convoi sur des rails en fer est de $\frac{1}{10}$ environ de ce qu'elle serait sur une route empierrée ordinaire.

En principe, les rails d'un chemin de fer quelconque devraient donc être des pièces continues, sans aucun joint qui puisse faire buter les roues, ou en rompre la ligne de niveau.

Mais l'impossibilité matérielle de poser d'une seule pièce, ou de souder sur place des ornières métalliques de plusieurs kilomètres, comme aussi la nécessité de laisser, de distance en distance, le jeu indispensable à la dilatation du métal en été, et à sa contraction en hiver, ont conduit forcément à l'adoption de rails d'une longueur industriellement facile à produire, et dont les limites ordinaires et pratiques sont de 4 à 6 mètres.

Matière. — Tout d'abord on avait proposé et appliqué des rails en fer méplat sur longrines en bois, puis des rails en fonte, puis sont venus successivement les rails en fer laminé, les rails en tôle (système mixte de Barlow et autres analogues), et enfin les rails en acier, qui sont aujourd'hui préconisés par beaucoup d'ingénieurs comme le meilleur système, en tenant compte de l'économie calculée des frais d'entretien, à cause de leur moindre usure relative. Ils réalisent, en effet, la double condition du maximum de dureté et du maximum de poli, parmi les matières industrielles connues. Leur prix est malheureusement encore trop élevé pour que l'on ne soit pas obligé d'en réduire les profils et les largeurs. Il en résulte des effets de détérioration correspondants sur les bandages des roues, et, en définitive, à l'heure actuelle, on peut encore admettre que la question dépend des circonstances spéciales de chaque entreprise.

Profils. — Quant à la forme spéciale du profil des rails, comme aussi en ce qui concerne leur matière même, il y a eu, depuis quarante ans, d'innombrables variétés proposées et même appliquées dans les divers pays.

Nous allons résumer sommairement les divers systèmes représentés sur les travaux existants.

§ 2. — TYPES DES RAILS. — VOIES ORDINAIRES.

Pl. 4 et 5.

Nous ne suivrons pas, dans leur ordre historique, la description des innombrables systèmes de rails et de voies qui ont été successivement proposés. Nous ne ferons pas non plus à nos lecteurs l'injure d'entrer dans les détails élémentaires, qui sont donnés dans tous les cours des écoles : tout le monde sait aujourd'hui ce que c'est qu'un rail à simple ou à double champignon, un coussinet, une traverse, une longrine, une éclisse, etc.

Il nous suffira, pour le but pratique de cet ouvrage, de décrire en peu de mots les systèmes qui ont été reconnus possibles et applicables, et les modèles les plus économiques adoptés jusqu'en ces derniers temps.

1° *Rails à doubles champignons.* — Quoiqu'il y ait, en ce moment, une réaction dans l'esprit des ingénieurs, contre les rails à doubles champignons, et que nous pensions aussi que d'autres systèmes sont préférables, l'importance du rôle qu'ils ont joué dans l'exécution des principaux chemins de fer européens nous oblige à en indiquer les principes et les raisons d'être.

Deux motifs essentiels les avaient fait adopter aussi généralement; le premier est que présentant, verticalement, la forme d'un double T, leur résistance théorique à la flexion, entre deux appuis, était un maximum, pour un poids donné par mètre courant.

En second lieu, l'idée qu'on pourrait les utiliser deux fois, en les retournant symétriquement, après que l'usure du champignon supérieur aurait mis la première surface hors de service, a également été pour beaucoup dans l'universelle faveur qu'ils ont rencontrée de 1842 à 1855.

Mais pendant cette période de quinze années, l'expérience a fait reconnaître que l'avantage du retournement était à peu près illusoire; le martelage perpétuel des coussinets d'appui contre la surface inférieure lui donnait, après quelques années, une grande inégalité de lignes, et ces rails présentaient alors, après leur retournement, une surface pleine de brèches qui, non-seulement rendent la voie extrêmement désagréable et bruyante dans le parcours, mais encore font que la durée de cette surface ainsi détériorée n'est guère que de la moitié de ce qu'elle aurait été, si le rail avait pu être maintenu intact.

Cependant il existe encore des cas nombreux où, la ligne ayant été constituée en premier établissement avec des rails à double champignon, on est obligé, pour utiliser le matériel et l'outillage existants, de continuer l'entretien avec ce même système.

Dans d'autres circonstances, plusieurs lignes économiques et d'intérêt local ont été faites avec des rails de rebut à double champignon, retournés, achetés au rabais aux grandes lignes, ou cédés à leurs embranchements parce que, tout en ne supportant plus le poids des grosses machines sans se détériorer, on pouvait encore les soumettre à un matériel plus léger.

Enfin, dans les mines et dans les usines, il en existe encore un si grand nombre, que nous avons cru devoir en faire mention, et en faire, tout au moins, la comparaison avec les autres systèmes.

Les sept premières figures indiquent les types les plus économiques fabriqués par les usines suivantes, qui exécutent d'ailleurs aussi les principaux autres types.

Creusot (Saône-et-Loire). Administration : 56, rue de Provence, à Paris. Schneider et Cᵉ.
Châtillon-Commentry (Allier). Bureaux, 10, rue Auber, à Paris.
Montataire (Oise). Administration, rue Béranger, 21, à Paris.
Fourchambault. Boigues, Rambourg et Cᵉ. Administration, place Vendôme, 16, à Paris.
Ars-sur-Moselle. Dupont et Dreyfus. Administration, 52, rue d'Angoulême-du-Temple.
Karcher et Westermann, 37, rue du Château-d'Eau.
Harel et Cᵉ, à Pont-Évêque (Isère), et 11, rue Bourbon, à Lyon.
Compagnie de l'Horme, par Saint-Chamond (Loire).

Forges de la Providence, quai Jemmapes, à Paris. Usines dans le Nord.

Wendel, à Hayange (Moselle). 95, rue des Marais-Saint-Martin, à Paris.

*Ménans et C*e, à Fraisans (Jura).

Terrenoire. La Voulte et Bességes, 8, rue Sainte-Hélène, à Lyon, etc.

2° *Rails à simple champignon*. — Les cinq figures suivantes donnent les principaux types usités pour les rails à simple champignon, qui sont presque exclusivement employés dans les ateliers, mines et carrières, à cause de leur économie de première installation. Il suffit, en effet, de les coincer dans des encoches pratiquées sur des traverses en bois, aussi rudimentaires que l'on voudra. On peut en faire une voie de service acceptable.

3° *Rails Brunel*. — Les figures 13, 14 et 15 indiquent les profils dits RAILS-BRUNEL, ou *bridge-rails* (rails des ponts). Ils ont été appliqués en effet, pour la première fois, par l'ingénieur Brunel, auteur du *Great Western* anglais. Depuis, on a reconnu qu'ils s'écrasaient facilement par une fente longitudinale qui venait se produire au sommet, et au milieu du champignon.

On ne les emploie plus guère que pour les river dans toute leur longueur, sur les poutres en tôle des ponts, ou sur les plaques tournantes.

Le motif qui leur fait donner la préférence dans ces cas est leur moindre hauteur, qui permet de franchir l'obstacle à une cote un peu moins élevée, ce qui est toujours préférable.

4° *Rails Vignolles, ou rails à patin*. — Les rails représentés figures 21 à 40 sont les types les plus généralement employés aujourd'hui :

Ils portent le nom de l'ingénieur anglais VIGNOLLES, qui les a préconisés le premier, et appliqués en Angleterre.

On leur donne aussi quelquefois le nom de *Rails américains*, mais dans ces derniers temps cette dénomination a été plus particulièrement appliquée aux *rails à ornières des tramways*, ou chemins de fer à traction de chevaux, dits eux-mêmes *chemins de fer américains*.

Quoi qu'il en soit, les rails à patin peuvent se poser, à volonté, sur longrines ou sur traverses; car, en définitive, leur forme en double T (à bases dissemblables, il est vrai) leur permet de résister aussi avantageusement à la flexion quand on les pose sur deux appuis, qu'à la compression quand ils sont soutenus dans toute leur longueur.

En Allemagne, leur emploi a lieu de préférence par application sur longrines. Ces dernières sont à leur tour, de distance en distance, retenues par des traverses en bois ou en fer.

En France, comme on les a substitués dans l'origine, purement et simplement, aux rails à double champignon (lesquels sont toujours posés sur traverses), on n'a pas voulu rejeter les traverses existantes, et on a fini par reconnaître que ce mode de pose pouvait même être déclaré préférable à la pose sur longrines pour les trois motifs ci-après :

1° La pose sur traverses maintient mieux l'écartement de la voie, parce que le mouvement de lacet de droite à gauche des locomotives tend toujours à écarter les longrines, et même à les renverser si elles sont posées de champ dans le ballast.

2° Pour la pose sur longrines il faut des bois de grandes longueurs en ligne droite, dressés sur toute leur surface supérieure. Cela est facile à trouver dans les forêts d'Allemagne, de Norwége ou de l'Amérique centrale, mais dans beaucoup de pays ce serait une solution plus difficile et plus onéreuse que l'emplói des traverses, où l'on peut utiliser toutes les longueurs et même les déchets de premier choix.

3° Enfin, au point de vue de l'entretien il est évidemment plus facile de retirer et de remplacer une traverse, même sans interrompre la circulation, que l'on ne pourrait le faire pour une longrine.

Quoi qu'il en soit, on peut dire aussi que si l'on veut employer des *rails légers*, la longrine en bois, qui les double sur toute leur longueur, leur donne évidemment un supplément sérieux de résistance.

Suivant les cas, chacun verra quelle est la combinaison la plus convenable dans l'espèce.

5° *Rails à ornières pour tramways.* — Enfin, les figures 14 à 20 représentent cinq types de rails appliqués dans diverses lignes destinées à la traction de chevaux, ou dans les passages à niveau.

Le premier employé a été le *rail Loubat*, imité des chemins de fer intérieurs de New-York, et appliqué pour la première fois à Paris en 1853, de la place de la Concorde à Passy, et actuellement jusqu'à Versailles sur les deux rives de la Seine et au delà.

Nous reviendrons d'ailleurs en détail sur les tramways, dans un paragraphe spécial.

Pl. 5.

La planche 5 représente une voie ordinaire sur traverses, avec double champignon, ou rail Vignolles, — une voie sur longrines de ce dernier système, — etc.

§ 3. — VOIES A SUPERSTRUCTURE MÉTALLIQUE.

Pl. 6.

Dans tout ce qui précède nous n'avons encore parlé que des systèmes de voie qui ont pour principe l'application d'une paire de rails en fer sur des pièces souterraines en bois, traverses ou longrines.

Nous ne rappellerons que pour mémoire le système POUILLET, qui, prenant également le bois pour support direct des rails, et voulant cependant en économiser la quantité le plus possible, fixe les coussinets des rails, ou les patins eux-mêmes, sur des planches ou plates-formes carrées, qui sont posées diagonalement de mètre en mètre, et ensevelies entièrement sous le ballast.

Mais tous les moyens trouvés pour réduire la quantité de bois employée ne sont que des palliatifs qui résolvent incomplétement le problème.

Ou bien, il faudrait trouver un moyen de conserver indéfiniment le bois ou, tout au moins, d'en tripler ou quadrupler la durée par des préparations efficaces, ou bien il faut y renoncer, et lui substituer une matière plus durable.

Nous parlerons, dans la section consacrée à l'ENTRETIEN des chemins de fer, des plus nouveaux procédés de conservation qui ont été proposés dans ces derniers temps.

Ici nous devons, au point de vue historique tout au moins, faire connaître aussi les divers systèmes proposés pour remplacer le bois par les diverses combinaisons congénères du fer (fonte, fers spéciaux, tôle..., peut-être plus tard acier fondu).

SYSTÈME DESBRIÈRE.

Les divers types de traverses en fer laminé pour voie Vignolles proposés jusqu'ici présentent à divers degrés trois défauts principaux :

1° Le nombre des pièces mobiles (boulons, écrous, clavettes, prisonniers, etc.) qui servent à fixer le rail sur la traverse est trop considérable, et devient une sujétion à la pose et l'occasion d'un entretien dispendieux.

2° Le rail étant fixé sur la surface même du fer servant de traverse, ce dernier affleure presque le niveau supérieur du ballast ; par suite, les traverses n'étant pas enfouies assez profondément sous le ballast, la voie n'a pas la stabilité désirable.

3° Le contact direct du patin du rail avec le support métallique a pour résultat de supprimer toute élasticité, toute compressibilité dans ce dernier : l'effet de cette suppression est d'amener une usure beaucoup plus rapide des rails, sans parler des autres inconvénients qui s'attachent à une voie *dure* au point de vue du confort des voyageurs, de l'usure du matériel, etc. Il est de plus à craindre que, si les attaches du rail subissent le moindre relâchement, le martelage entre le rail et la traverse n'amène la détérioration rapide et irrémédiable de celle-ci.

Dans le système dont nous donnons les dessins (Fig. 12, 13, 14, 15 et 16), M. DESBRIÈRE s'est proposé de s'affranchir de ces trois inconvénients.

La traverse consiste en un fer en U renversé : de part et d'autre de la traverse, et au droit du rail, sont fixées à demeure des mâchoires en fer laminé dont le profil est combiné de manière à ce qu'un seul rivet suffise pour les assembler à la traverse. Il y a ainsi quatre mâchoires et quatre rivets seulement par traverse.

La forme de ces mâchoires permet d'introduire le patin du rail entre elles, de manière à ce qu'un coin en bois de chêne ou en fer, chassé entre le patin du rail et le fer en U qui forme le corps de la traverse, serve à la fois de support et de moyen d'assujettir le rail. L'inclinaison de 1/20 que l'on donne généralement au rail règle aussi la conicité du coin.

Il résulte de ces dispositions :

1° Que les pièces *mobiles* se réduisent par traverse à *deux* coins en bois ou en fer seulement ;

2° Que les coins ayant de 60 à 70 millimètres d'épaisseur, la traverse se trouve enfoncée à 18 ou 20 centimètres au-dessous du niveau supérieur du ballast : cette couche de ballast lui donne une stabilité comparable à celle des traverses en bois avec voies à coussinet ;

3° Le contact du rail s'établit avec la traverse par l'intermédiaire du coin en bois dont la compressibilité donne à la voie ces qualités de douceur qui ont fait jusqu'ici donner la préférence aux traverses en bois sur tous les autres modes de support.

On pouvait craindre pour ce système de traverses l'écrasement rapide des coins, leur décoinçage, enfin leur resserrement par l'effet de la dessiccation, d'où serait résulté le *martelage* et par suite la destruction des coins.

L'expérience faite depuis le mois de mai 1865 sur les voies du chemin de fer du Nord a prouvé que ces craintes étaient sans fondement. Une traverse retirée en mai 1867 a été exposée au Champ-de-Mars, et chacun a pu se convaincre que les coins étaient parfaitement intacts après deux ans de service, sur une ligne où ont lieu plus de 150 passages de machines par jour.

Si les inconvénients que nous prévoyons comme conséquence du contact direct du rail avec le métal des traverses ne se vérifiaient pas, ou s'ils n'avaient pas la gravité que nous leur attribuons, rien ne serait plus facile que de remplacer le coin en bois par un *coin en fer* d'une épaisseur de 20 à 25 millimètres.

SYSTÈME DE M. LE CRENIER.

Les figures 17 à 22 donnent un système de traverses en tôle proposé par M. Le Crenier, ingénieur de la voie des chemins de fer portugais.

Cette traverse, qui a 0^{m},250 de largeur sur 0^{m},100 de hauteur, est formée tout simplement avec une tôle emboutie, que l'on incline à l'endroit du rail de façon à faire prendre à celui-ci une inclinaison de 1/20, comme l'indique la figure 5.

Comme les figures l'indiquent, le rail s'applique directement sur la traverse, et y est maintenu au moyen de deux patins, intérieur et extérieur, boulonnés sous la tôle emboutie.

Nous empruntons à une note faite par M. Le Crenier, sur son système, le détail et la comparaison suivante, qui font bien ressortir les avantages que peuvent présenter les traverses en métal, tant au point de vue de l'économie de premier établissement qu'à celui de l'entretien.

Prix de revient de 1 kilomètre de voie de 1^{m},73 d'axe en axe des rails (voie portugaise), *avec traverses en tôle, non compris rails ni éclisses.*

Traverses. 1160 (poids de l'unité, 30 kil.), soit 34,800 à 250 fr. la tonne..	8,700 00
Patins intérieurs. 2320 (poids, 0 kil. 709), soit 1,644,880 à 250 fr. la tonne.	411 22
Patins extérieurs. 2320 (poids, 0 kil. 610), soit 1,415,200 à 200 fr. la tonne.	353 80
Boulons. 4640 (poids de l'unité, 0 kil. 309), soit 1,433,760 à 250 fr. la tonne.	358 44
Ballast. 600 mètres cubes à 3 fr.	1,800 00
Pose et réglage, 1,000 mètres à 0 fr. 60	600 00
Total	12,223 46

Le même devis fait pour des travaux en chêne donne un prix de 16,905 fr. 24, et pour des traverses en bois de sapin, un prix de 10,996 fr. 05. On voit par ces chiffres que les traverses en fer coûtent meilleur marché que celles en chêne, et plus cher que celles de sapin ; il nous reste à comparer l'entretien.

Dépenses d'entretien de la voie avec traverses en tôle, pour un mois et pour 15 kilomètres, non compris le personnel supérieur.

1° PERSONNEL.

Une brigade se composant comme suit pour 15 kilomètres :

1 Chef d'équipe à 3 fr. par jour.............	90 00	
1 Sous-chef à 2 fr. 50 c.....................	75 00	
4 Poseurs à 2 fr.............................	240 00	
	405 00—	405 00
2° OUTILLAGE.		
Première installation d'outils...............		307 27
3° ENTRETIEN DE L'OUTILLAGE.		
10 0/0 de sa valeur..........................	30 73	
5 0/0 de renouvellement......................	15 37	
	46 10—	46 10
TOTAL............		451 10

La dépense d'entretien coûtant 451 fr. 10 c. par mois, pour 15 kilomètres, elle est par kilomètre de 30 fr. 07 c. Si l'on établit les mêmes droits pour les traverses en bois, on trouve que celles en chêne coûtent d'entretien 76 fr. 06 c., et celles en sapin 91 fr. 27 c. par kilomètre ; d'où il s'ensuit qu'en employant les traverses en chêne, il y a une économie sur celles en sapin de 15 fr. 21 c. par kilomètre et par mois ; mais aussi que, si on remplace celles-là par des traverses en tôle, on arrive à une économie de 26 fr. 99 c. sur le chêne, et de 60 fr. 20 c. sur le sapin, par kilomètre et par mois.

SYSTÈME DES FORGES DE FRAISANS (FRANCHE-COMTÉ).

Ce système, représenté par les figures 1 à 5 de la Pl. 6, se compose d'une traverse ayant une forme demi-tubulaire, trapézoïdale, comme dans la figure 3, ou demi-ronde, comme l'indique celle 5.

La figure 4 représente la manière dont le rail est fixé sur cette traverse. Le patin du Vignolles repose sur une selle dont la face supérieure est inclinée de 1/20. Extérieurement un taquet, dont les extrémités sont terminées en forme de crochet, entre dans une mataire pratiquée à la selle et à la traverse, et appuie par son extrémité inférieure sous cette dernière, et par celle supérieure sur le patin du rail. Intérieurement un pressonnier, traversant également la selle et la traverse, presse et fixe le patin intérieur du rail d'une manière invariable par l'intermédiaire d'une clef de serrage.

Cette manière d'assujettir les rails Vignolles sur la traverse a été employée au chemin de Lyon, dans les essais qui ont eu lieu sur ce système.

Au chemin de fer du Nord, on a supprimé la selle, et on a obtenu l'inclinaison du rail en cintrant la traverse elle-même, comme il est indiqué en pointillé dans la figure 1, qui représente l'ensemble des dispositions adoptées.

Ces traverses, dues à M. VAUTHERIN, ingénieur des forges de Franche-Comté, peuvent servir également pour les rails à double champignon : à cet effet, on pose le champignon inférieur sur l'un des côtés d'une espèce de cornière en fer, qui s'introduit par le sommet de la traverse, dans le sens de sa longueur, à travers une mortaise; l'autre côté de cette cornière appuie sur l'âme du rail du côté extérieur de la voie. Intérieurement, une autre

cornière, percée d'une mortaise, vient contrebuter la première, et est maintenue en place par une clef et une contre-clef qui passent dans la mortaise et opèrent le serrage.

Les traverses de M. VAUTHERIN, adoptées par la Compagnie de Lyon, ont 2m,40 de longueur et pèsent 14 kilogrammes le mètre courant. Celles de joint pèsent 15 kilog. 50 le mètre, en y comprenant les moyens d'attache. Le poids moyen est de 38 kilogrammes.

Celles adoptées par la Compagnie du Nord pèsent en moyenne 35 kilogrammes.

D'après les rapports qui ont été faits par les ingénieurs chargés d'examiner l'état de la voie après plusieurs années de fonctionnement, « les traverses sont dans un état remarquable de conservation sous le rapport de l'oxydation; elles ont conservé la teinte bleue qu'affecte le fer laminé, et ce n'est que sur les extrémités ou les parties voisines des rivures que l'on rencontre quelques points oxydés.

La voie paraît d'une douceur sinon supérieure, du moins égale à celle sur traverses en bois. En arrivant sur ces dernières, on s'aperçoit que le bruit augmente, tandis qu'il est insensible lorsque l'on passe de celles-ci sur les traverses en fer. Cette différence tient sans doute à l'absence du ferraillement entre le rail et la traverse, résultant du jeu qui existe entre le patin et le crampon, par suite de la pénétration du rail dans la traverse en bois.

Une autre cause de douceur de la voie, c'est le très-bon bourrage qui résulte de la forme concave en dessous des traverses. Le ballast remplit exactement cette forme; les éléments finissent par adhérer très-fortement les uns aux autres, et il faut attaquer le solide avec un pic pour le détruire.

Le glissement, transversalement à la voie, qui se produit quelquefois avec les traverses en bois dans les voies peu ballastées, n'a pas lieu avec les traverses métalliques; les courbes et les lignes droites conservent une forme très-régulière. Dans les essais, la largeur de la voie s'est maintenue avec une extrême régularité; cela s'explique par l'absence complète de pénétration du rail dans les traverses. Il résulte de là aussi que ces dernières n'ont éprouvé aucune flexion longitudinale, ce que l'on pouvait craindre, eu égard à la faiblesse de la section. »

En admettant avec les ingénieurs qu'une traverse en métal puisse durer trente-six ans, on constate que l'économie résultant de son emploi serait de 650 francs par kilomètre et par an. L'entretien étant environ réduit de moitié, l'économie totale serait à peu près de 1,000 francs par kilomètre et par an, car il faut tenir compte de la valeur comme riblon que conserve encore la traverse en fer rebutée, soit environ 3 fr. 50 c. à 4 fr., ce qui ne peut avoir lieu avec les traverses en bois, celles hors d'usage présentant une valeur nulle.

SYSTÈME DE M. ZORÈS.

Les figures de 6 à 11 représentent les diverses coupes de fer proposées par M. ZORÈS pour la confection des traverses, ainsi que le mode de fixation adopté pour les rails à patin et à double champignon.

Ces systèmes plus ou moins tubulaires rentrent dans la forme de ceux fabriqués aux forges de Fraisans. Nous nous contenterons d'appeler l'attention sur les modes d'attache, qui varient avec la forme du fer, comme le montrent les figures.

La traverse de la figure 8, ayant 2m,50 de longueur, pèse 32 kilogrammes; elle présente un appui plat de 0m²,50, un développement de 0m²,57, et un bourrage de 0m²,39.

Celle de la figure 9, ayant 2m,40 de longueur, pèse 34 kilogrammes et présente un appui plat de 0m²,51 et un développement de 0m²,67.

Celle, figure 10, en fer ondulé, ayant 2m,30 de longueur, pèse 24 kilogrammes, et donne un appui plat de 0m²,51 et un développement de 0m²,59.

La figure 11 représente une traverse de 2m,20 de longueur, pesant 34 kilogrammes, et ayant un appui plat de 0m²,51, un développement de 0m²,68 et un bourage de 0m²,43.

La traverse en fer ondé, en forme de trapèzes successifs (figure 11), a 2m,10 de longueur, pèse 35 kilogrammes et présente un appui plat de 0m²,50, un développement de 0m²,61 et un bourrage de 0m²,38.

Il existe encore beaucoup d'autres systèmes, tant français qu'anglais ou allemands, car les tentatives pour remplacer les traverses en bois par celles en métal sont nombreuses ; et malgré les difficultés que l'on rencontre pour leur adoption définitive, il faut espérer que leur emploi se généralisera, tant au point de vue des économies qu'elles permettent de réaliser, sur l'établissement, l'entretien de la voie, et la conservation du matériel, qu'à celui des avantages que l'industrie métallurgique pourrait retirer de ce nouveau genre de fabrication, qui donnerait un écoulement considérable à ses produits.

SYSTÈME HARTWIG, DES CHEMINS DE FER RHÉNANS.

Pl. 7.

La voie entièrement métallique employée sur le réseau des chemins de fer du Rhin moyen, consiste dans la pose d'un rail Vignolles, à nervure très-haute, sur des rigoles remplies de ballast.

Il est évident que la solidarité de tout l'ensemble du châssis qui compose la voie, produira une répartition bien suffisante de la pression, pour qu'il ne soit besoin d'autres traverses que des tiges d'écartement. (*Fig.* 1, 2, 3.)

Le rail employé d'abord avait $0^{m},287$ = 11 pouces de hauteur.

On a reconnu depuis que ce rail était réellement trop fort sur toute sa longueur, tandis que sur les joints, il avait besoin d'un renforcement.

Le dernier type proposé (*fig.* 8, 9, 10) n'a plus que 9 pouces = $0^{m},236$ de hauteur.

Nos fers à planchers de fort calibre ont aussi $0^{m},22$: on pourrait laminer tout aussi facilement un profil à patin de $0^{m},23$ qu'un profil à double champignon.

L'Ingénieur qui nous a envoyé les dessins de son système affirme que « la dépense de ce système ne serait pas plus grande que celle de la voie ordinaire, à traverses en bois. »

Comme il faut ajouter à la dépense, dans ce dernier cas, le capital des frais de renouvellement des traverses, il y a un double avantage à adopter la voie dont il s'agit.

Avec les prix actuels des fers ce serait un peu moins certain.

CHAPITRE II

PROFILS EN TRAVERS

§ 1. — TYPES DE PROFILS EN TRAVERS A VOIE RÉDUITE

1° DU CHEMIN DE FER INDUSTRIEL DE LAGNY A NEUFMOUTIERS (SEINE-ET-MARNE).

Le chemin de fer industriel de Lagny à Villeneuve a été construit par MM. CORNU et BURDIN, propriétaires de carrières, pour une longueur primitive de 24 kilomètres, et une largeur de voie de $1^{m},00$ entre les bords intérieurs des rails.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5 de la planche 8 en représentent tous les profils-types. Les rails sont de 16 kilogrammes le mètre, profil Vignolles.

2° DU CHEMIN DE FER DE MONDALAZAC (AVEYRON).

Pl. 8.

Le chemin de fer de *Mondalazac* relie les mines de Saint-Aubin à la station de Salles-la-Source, sur la ligne de Rodez (réseau d'Orléans). Il n'est point approprié au transport des voyageurs, et n'a pas d'autre trafic que le minerai de fer de Lagarde, marchandise de quatrième classe, ce qui comporte une simplicité d'exploitation tout à fait exception-

nelle. La vitesse n'y est que de 15 kilomètres à l'heure, et les frais d'exploitation, y compris l'entretien de la voie et ceux de transbordement, reviennent à la Compagnie d'Orléans à $0^f,0664$ par tonne et par kilomètre.

La ligne a une longueur totale de 7 kilomètres; elle n'a pas de stations, et presque pas de travaux d'art; de plus le prix des terrains est ordinaire : 3,762 fr. l'hectare; enfin, le ballast revient à 2 fr., et le prix de la journée est de $1^f,77$ le mètre cube; aussi la dépense kilométrique de premier établissement ne s'est-elle élevée qu'à 50,404 fr.

Au départ de la mine, le chemin s'élève sur 2,500 mètres par une rampe de 0,012, puis vient un palier de 200 mètres environ, où l'on a établi une voie de garage; on trouve ensuite une rampe de $0^m,001$ sur 1,900 mètres, et enfin une autre rampe de $0^m,010$ sur 1,950 mètres; la longueur totale de 7 kilomètres est complétée par deux petits paliers aux extrémités de la ligne, et sur lesquels se trouvent les points de chargement et de déchargement.

La ligne présente une courbe de 60 mètres de rayon, trois de 75 mètres et un grand nombre de 100 mètres; elle atteint en outre le point de chargement à Mondalazac au moyen d'une courbe de 40 mètres.

La surface des terrains acquis est de 77,000 mètres carrés; l'emprise moyenne est donc de 11 mètres. Le prix d'achat, tous frais compris, s'est élevé à $38,487^f,42$.

Les travaux de terrassement, avec un cube de déblais de 24,223 mètres, sont revenus à $91,732^f,41$, ou 13,100 fr. par kilomètre.

Les ouvrages d'art, très-peu importants, n'ont coûté que $6,113^f,40$.

On n'a employé que $0^{mc},45$ de ballast au mètre courant, la largeur de la voie adoptée n'étant que de $1^m,10$ à l'intérieur des rails, et la dépense totale du ballastage n'a été que de $7,851^f,92$.

La voie a été posée sur des traverses en chêne espacées de $0^m,75$ et ayant $1^m,60$ de longueur, $0^m,15$ de largeur et $0^m,12$ d'épaisseur, au prix de $1^f,50$ chacune. (*Fig.* 6 et 7.)

Les rails Vignolles, pesant $16^k,500$ le mètre courant, ont été payés 250 fr. la tonne; ils sont réunis par des éclisses de $2^k,80$ la paire, payées $0^f,40$ le kilogramme; les quatre boulons et écrous pèsent $0^k,800$ et ont été payés $0^f,90$ le kilogramme; enfin, les crampons de $0^m,10$ de longueur valent $0^f,10$ la pièce.

D'après ces chiffres, le prix de revient du mètre courant de voie est de $13^f,48$ ainsi décomposés :

Traverses (pour une et un tiers)	2 f.	00
Rails (pour 33 kilog.)	8	25
Crampons	0	53
Éclisses	0	45
Boulons et écrous	0	29
Pose de la voie	1	10
Transport des matériaux	0	86
Total	13	48

Aujourd'hui ce prix serait plus élevé, les fers étant à 300 et 320 fr. la tonne.

Le matériel de la voie, en y comprenant les installations pour le chargement et le déchargement, a coûté $100,194^f,15$.

On n'a établi de clôtures qu'à la tranchée de Vezences; leur prix a été de $689^f,70$.

Les frais d'étude et de surveillance des travaux se sont élevés à $1,157^f,30$.

Enfin, le prix de revient des constructions diverses pour remises à machines, écuries, ateliers ou hangars a été de $4,743^f,94$.

La dépense par kilomètre de construction totale est donc de 39,396 fr., dont 1,125 fr. pour le ballastage et 14,885 fr. pour le matériel de la voie.

§ 2. — TYPES DE PROFILS EN TRAVERS

DES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL DE LA SOMME.

Pl. 8.

Le Département de la Somme, par la configuration de sa surface, se prête presque partout à l'établissement économique de lignes peu déclives, et appelées à prospérer à cause de la richesse du sol, de l'importance et de la variété de ses cultures, ainsi que du grand développement de l'industrie dans cette contrée.

Les lignes dont l'établissement est en cours d'exécution ou terminé coïncident avec les grands courants actuels, ou avec ceux que le réseau du Nord a momentanément taris. Elles sont désignées ainsi qu'il suit :

1° Chemin de fer de Frévent à Dieppe, par Auxi-le-Château, Abbeville et Gamaches;

2° Ligne de Frévent à Amiens, par Doullens, avec prolongement au moyen des chemins de fer d'Amiens à Rouen, à travers la vallée de la Selle et le canton de Crévecœur;

3° Ligne partant soit d'Achiet, soit de Cambrai, et se dirigeant par Péronne, Chaulnes ou Nesle, Roye et Montdidier, vers le chemin de fer du Nord, soit à Breteuil, soit à Saint-Just;

4° Ligne de Tréport à Fouilloy (Oise), dit chemin de la Bresle, que le Département de l'Oise désire voir se prolonger jusqu'à Beauvais.

Chaque ligne a été étudiée dans les deux systèmes de voie de 1^{m},25 et de 1^{m}.50 de largeur, avec rails de 30 et de 36 kilog. par mètre courant.

Profils-types de la voie réduite de 1^{m},25. — Dans le premier cas (*fig.* 8, 9 et 10), les dimensions arrêtées pour les diverses parties de la plate-forme sont les suivantes :

1° *En terrain perméable.*

Largeur du ballast	au couronnement	2^{m},50
	à la base	3 55
Hauteur du ballast		0 35
Largeur totale de la plate-forme, y compris deux banquettes en terre de 0^{m},40 de largeur chacune		4 35

2° *En terrain perméable.*

Même profil accompagné, dans les tranchées, d'un fossé de chaque côté, ayant 0^{m},167 de creux, 0^{m},50 de largeur en gueule, et 0^{m},166 de largeur au plafond.

Profils-types de la voie ordinaire de 1^{m},50. — Pour le système à voie de 1^{m},50, les profils en travers types (*fig.* 11, 12, 13, 14, 15, 16) ont été réglés ainsi qu'il suit :

1° *En terrain imperméable.*

Largeur du ballast	au couronnement	3^{m},065
	à la base	4 10
Hauteur du ballast		0 40
Largeur totale de la plate-forme, y compris deux banquettes de 0^{m},45 entre le pied du ballast et l'arête extérieure de ladite plate-forme.		5 00

2° *En terrain imperméable.*

Même profil accompagné, dans les tranchées, de fossés de même section que pour la voie de 1^{m},25.

Le maximum de déclivité a été fixé pour le profil en long à 0^{m},012 dans les deux cas. afin de ne pas rendre les chemins inaccessibles aux locomotives ordinaires.

Le rayon minimum des courbes de raccordement des alignements droits a été fixé à 300 mètres.

Les lignes ne doivent être ouvertes que sur une voie avec voies d'évitement et de garage. à raison d'un cinquième du développement de la ligne entière.

Le prix d'établissement moyen de la voie est réparti de la manière suivante pour les deux largeurs de $1^{m},25$ et de $1^{m},510$:

Voie de $1^{m},25$, avec rails de 30 kilogrammes.

Prix de revient par mètre courant.

Terrains et indemnités			9f,71
Terrassements			16 20
Ouvrages d'art			7 74
Etablissement de la voie...	Traverses	6f,00	45 00
	Rails (30 kilogrammes)	26 00	
	Crampons, Eclisses, Boulons et écrous	4 00	
	Ballast	6 00	
	Pose de la voie	3 00	
Stations			4 00
Matériel roulant			20 00
Dépenses diverses			15 00
Prix du mètre courant de chemin			117 65

Voie de $1^{m},510$ d'axe en axe, avec rails de 36 kilogrammes.

Prix de revient définitif par mètre courant.

Terrains et indemnités			18f,00
Terrassements, chemins déviés, empierrements, etc			30 00
Ouvrages d'art, passages à niveau, guérites, etc			12 00
Voie principale, voie des stations, et voies de garage.	Rails, transport	29f, 00	49 00
	Crampons, éclisses, boulons	4 00	
	Traverses	7 00	
	Pose de la voie, relevage et divers	3 00	
	Ballastage de la voie, des stations et garages	6 00	
Stations, matériel des gares et mobilier			12 00
Matériel roulant et outillage de l'atelier			14 00
Intérêt du capital pendant la construction, études et frais généraux			15 00
Prix du mètre courant			150 00

§ 3. — PRIX DE REVIENT DE LA VOIE DANS DIVERSES HYPOTHÈSES

Les prix de revient qui suivent sont établis sur la base des prix élémentaires à l'époque de leur exécution, c'est-à-dire de 1864 à 1869, en faisant varier (avec les conditions du trafic) les poids maximum par essieu, P, des machines locomotives, à la vitesse maxima, V, en kilomètres à l'heure, toutes choses étant égales d'ailleurs.

Pour obtenir les prix actuels correspondants, il suffira de remplacer les prix des fers par les chiffres des cours variables de chaque mois.

Nous n'avons pas fait ces intercalations pour conserver un point de départ régulier, dont le retour serait d'ailleurs très-désirable dans l'intérêt des chemins de fer économiques.

1° — P = 11,200 kilogrammes, V = 60 kilomètres.

Rails à deux champignons avec coussinets intermédiaires en fonte et coussinets-éclisses aux joints. (OUEST.)

Pour 6 mètres de voie :

2	rails de 6 mètres, pesant 37k,5 le mètre courant, soit 450 kilogrammes, 190 fr. la tonne	85 f. 50
10	coussinets intermédiaires, 9k,15, soit 91k,5, à 150 fr.	13 73
10	coins, à 100 fr. le mille	1 00
20	tire-fonds de coussinets, de 0k,37, soit 7k,4, à 380 fr. la tonne	2 81
2	coussinets-éclisses, de 16k,8, soit 33k,6, à 250 fr.	8 40
8	boulons d'éclisses, de 0k,43, soit 3k,44, à 380 fr.	1 31
6	tire-fonds d'éclisses, de 0k,34, soit 2k,04, à 380 fr.	0 78
6	traverses, à 5 fr. la pièce	30 00
	Ballast, 15 mètres cubes, à 3 fr.	45 00
	Pour 6 mètres de voie	188 f. 53
	Prix des matériaux de 1 mètre courant de voie	32 42

2° — P = 10,500 kilogrammes, V = 72 kilomètres.

Rails Vignolles avec éclisses plates, selles de joint et tire-fonds. (EST, GRANDES LIGNES.)

Pour 6 mètres de voie :

2	rails de 6 mètres, pesant 34k,08, le mètre courant, soit 417k,06, à 190 fr. la tonne	79 f. 35
2	paires d'éclisses plates, de 3k,89, soit 15k,56, à 220 fr.	3 42
2	platines de joint, de 2k,124, soit 4k,248, à 235 fr.	1 00
8	boulons d'éclisses, de 0k,433, soit 3k,464, à 380 fr.	1 32
32	tire-fonds, de 0k,336, soit 10k,752, à 380 fr.	4 09
7	traverses à 5 fr. la pièce	35 00
	Ballast, 15 mètres cubes, à 3 fr.	45 00
	Pour 6 mètres de voie	169 f. 18
	Pour 1 mètre courant	28 20

3° — P = 13,000 kilogrammes, V = 80 kilomètres.

Rails Vignolles avec éclisses, selles et crampons. (LYON.)

Pour 6 mètres de voie :

2	rails de 6 mètres, pesant 37 kilogrammes le mètre courant, soit 444 kilogrammes, à 190 fr. la tonne	84 f. 36
2	paires d'éclisses de 4k,5, soit 18 kilogrammes à 220 fr.	3 96
2 12	platines de joint, de 3k,05, platines intermédiaires de 1k,06, } soit 26k,2, à 235 fr.	6 16
32	crampons de 0k,39, soit 12k,48, à 300 fr.	3 75
8	boulons d'éclisses, de 0k,65, soit 5k,20, à 300 fr.	1 98
7	traverses à 5 fr. la pièce	35 00
	Ballast, 15 mètres cubes, à 3 fr.	45 00
	Pour 6 mètres de voie	180 f. 21
	Soit par mètre courant	30 07

4° — P = 10,000 kilogrammes, V = 45 kilomètres.

Rails à deux champignons, avec coussinets intermédiaires et éclisses plates.

(Deux-Charentes.)

Pour $6^m,50$ de voie :

2	rails de $6^m,50$, pesant 35 kilogrammes le mètre courant, soit 455 kilogrammes, à 190 fr. la tonne	84 f. 45
2	paires d'éclisses, de $9^k,07$ la paire, soit $18^k,14$, à 200 fr.	4 00
14	coussinets en fonte, de 9 kilogrammes, soit 126 kilogrammes, à 150 fr.	18 90
14	coins, à 100 fr. le mille	1 40
28	tire-fonds, de $0^k,36$, soit $10^k,08$, à 380 fr.	3 83
8	boulons, de $0^k,50$, soit 4 kilogrammes, à 380 fr.	1 52
7	traverses, à 5 fr. la pièce	35 00
	Ballast, $16^m,25$, à 3 fr.	48 75
	Pour $6^m,50$ de voie	197 f. 85
	Pour 1 mètre courant	30 46

5° — P = 8,000 kilogrammes, V = 45 kilomètres.

Rails à deux champignons, coussinets de joints et coussinets intermédiaires en fonte.

(Strasbourg a Wissembourg.)

2	rails de 6 mètres, pesant 30 kilogrammes le mètre courant, soit 360 kilogrammes, à 190 fr. la tonne	68 f. 40
10 / 2	coussinets intermédiaires, de 8 kilog., / coussinets de joints, de $9^k,3$, } soit $98^k,6$, à 150 fr.	14 79
24	chevillettes, de $0^k,3$, soit $7^k,2$, à 350 fr.	2 52
12	coins, à 100 fr. le mille	1 20
6	traverses, à 4 fr. 50 pièce	27 00
	Ballast, 15 mètres cubes, à 3 fr.	45 00
	Pour 6 mètres de voie	158 f. 91
	Pour 1 mètre courant	26 50

6° — P = 7,500 kilogrammes, V = 45 kilomètres.

Rails à deux champignons, avec coussinets de joint et intermédiaires. (Bale.)

Pour $4^m,50$ de voie :

2	rails de $4^m,50$, pesant 225 kilogrammes le mètre courant, soit 225 kilogrammes, à 190 fr. la tonne	42 f. 75
2 / 8	coussinets de joint, de $11^k,2$, / coussinets intermédiaires, de $8^k,34$, } soit $88^k,76$, à 150 fr.	13 32
20	chevillettes, de $0^k,275$, soit $5^k,5$, à 350 fr.	1 93
10	coins, à 100 fr. le mille	1 00
5	traverses, à 4 fr. 50 pièce	22 50
	Ballast encoffré, 9 mètres cubes, à 3 fr.	27 00
	Pour $4^m,50$ de voie	108 f. 50
	Pour 1 mètre courant	24 11

7° — P = 6,000 kilogrammes, V = 35 kilomètres.

Rails à deux champignons, avec coussinets de joint et intermédiaires. (Thann.)

Pour $4^m,50$ de voie :

2	rails de $4^m,50$, pesant 20 kilogrammes le mètre courant, soit 180 kilogrammes, à 190 fr. la tonne	34 f. 20
2 8	coussinets de joint, de $9^k,5$, coussinets intermédiaires, de $7^k,5$, } soit 79 kilog., à 150 fr.	11 85
20	chevillettes, de $0^k,250$, soit 5 kilogrammes, à 350 fr.	1 75
10	coins, à 100 fr. le mille	1 00
5	traverses, à 4 fr. 50 pièce	22 50
	Ballast encoffré, 9 mètres cubes, à 3 fr.	27 00
	Pour $4^m,50$ de voie	98 f. 30
	Pour 1 mètre courant	21 85

8° — P = 3,000 kilogrammes, V = 25 kilomètres.

Rails Vignolles, avec éclisses aux joints.

Pour 6 mètres de voie :

2	rails, pesant 16 kilogrammes le mètre courant, soit 192 kilogrammes, à 190 fr. la tonne	36 f. 48
2	paires d'éclisses, de $2^k,50$, soit 10 kilogrammes, à 220 fr.	2 20
36	crampons, de $0^k,225$, soit $8^k,10$, à 300 fr.	2 43
8	traverses, à 3 fr. pièce	24 00
	Ballast, 9 mètres cubes, à 3 fr.	27 00
	Pour 6 mètres de voie	92 f. 11
	Soit, pour 1 mètre courant	15 65

NOTE SUR LES PRIX DE REVIENT COMPARATIFS D'UN KILOMÈTRE DE SIMPLE VOIE

En rails à double champignon ou en rails Vignolles.

Les rails pesant, dans l'un et l'autre système, 37 kilog. par mètre courant.

1° *Voie en rails à double champignon.*

DÉSIGNATION des matériaux.	QUANTITÉS.	POIDS.	VALEUR de l'unité.	VALEUR totale.	OBSERVATIONS.
	Mètre courant.	Tonn.	fr. c.	fr. c.	
Rails	2,000	74	239 00	17,686 00	(A).
Traverses	1,166	»	6 20	7,229 20	
Coussinets	2,332	20,422	215 00	4,412 23	
Chevillettes	4,664	1,632	411 50	671 57	
Coins	2,332	»	100 00	233 20	
Eclisses (paires)	332	3,054	250 50	765 03	
Boulons	1,328	0,568	440 00	249 92	
			Total	31,247 15	

2° Voie en rails Vignolles.

DÉSIGNATION des matériaux.	QUANTITÉS.	POIDS.	VALEUR de l'unité.	VALEUR totale.	OBSERVATIONS.
	Mètre courant.	Tonn.	fr. c.	fr. c.	
Rails.	2,000	74	239 00	17,686 00	(A).
Traverses	1,666	»	6 20	7,729 20	
Crampons	5,333	1,600	390 00	624 00	
Eclisses (paires)	332	3,091	250 50	774 30	
Boulons	1,328	0,568	440 00	249 92	
			Total	27,063 42	

(A). Les éclisses pour rails Vignolles pèsent un peu plus que celles pour rails à double champignon.

PRIX DE REVIENT KILOMÉTRIQUE DE LA FOURNITURE ET DE LA POSE DE LA VOIE.

1° Prix d'un kilomètre de voie en rails de 25 kilogrammes.

La longueur des rails étant de 6 mètres, ce qui est une condition avantageuse, et le nombre des traverses étant, par rail, de 6 intermédiaires et de 1 de joint, le prix par mètre courant de voie simple s'établit conformément au tableau suivant, dans lequel sont indiqués les prix moyens de vente du matériel.

2° Prix pour une longueur de voie de 6 mètres en rails de 25 kilogrammes.

Rails, 12 mètres à 25 kil. le m. cour., soit 300 kil. à 200 fr. la tonne.	60^f,	00
Eclisses, 2 paires à 2^k,5 l'une, soit 5 kil. à 220 fr. la tonne	1	10
Boulons, 8 à 0^k,200 l'un, soit 1^k,600 à 360 fr. la tonne	0	58
Tire-fonds, 28 à 0^k,120 l'un, soit 3^k,360 à 435 fr. la tonne	1	46
Traverse, de joint, 1 à 4^f,50 cent	4	50
Traverses intermédiaires, 6 à 4^f,25 cent	25	50
Total	93	14

$$\text{Soit pour 1 mètre courant } \frac{93^f,14}{6} = 15^f,53.$$

Il est d'usage d'ajouter au prix de revient des fournitures le coût du transport du matériel et celui de la pose de la voie, pour obtenir le prix de revient kilométrique, fournitures et pose comprises.

Le prix de transport est calculé depuis le point où se trouve située l'usine jusqu'au lieu de dépôt provisoire du matériel, où l'entrepreneur chargé de la pose viendra le prendre.

Or, la partie métallique, pour une longueur de 6 mètres, pèse environ 286 kil., et les traverses 364 kil., soit au total 650 kil., ou 109 kil. par mètre courant. A raison de 0^f,10 par kilomètre et par tonne, soit 0^f,0109 pour le poids correspondant à 1 mètre courant de voie, ce matériel pourrait provenir d'une distance de 100 kilomètres, sans grever le prix de revient d'une somme supérieure à 1^f,09. En général, on pourra s'approvisionner à une usine dont la distance au chemin de fer d'embranchement ne dépassera pas 100 kilomètres.

Au-dessus de cette distance, les compagnies locales obtiendront, très-probablement, des grandes compagnies, qui ont intérêt à les favoriser, quelques adoucissements dans les prix de transport.

Quant au prix de la pose, y compris le transport du matériel du lieu de dépôt à pied d'œuvre, on peut le compter à raison de 1^f,80 le mètre courant.

En définitive, 1 mètre courant de voie, en rails de 25 kil., reviendra en moyenne à

Fournitures	15f,53
Transport	1 10
Pose	1 80
A valoir	0 20
Total	18 63

Soit 18,630 fr. le kilomètre.

3° *Prix d'un kilomètre de voie en rails de 30 kilogrammes.*

La voie du chemin de fer de Fougères à Vitré, avec rails de 30 kilogr. par mètre courant, éclissés aux joints et fixés par des crampons en fer sur des traverses en chêne, moyennement espacées de 1 mètre, y compris tout transport, toutes fournitures et la pose, est revenue à 21 fr. le mètre courant, soit 21,000 fr. le kilomètre de simple voie.

C'est un prix de revient exceptionnellement bas, que les compagnies locales auront beaucoup de peine à réaliser de nouveau.

Valeur d'un kilomètre de voie à double champignon (type du Midi).

334	rails de 5m,50, pesant 37 kilog. le mètre courant, soit 74 tonnes, à 200 fr.	14,800 f. 00
728	éclisses, pesant 9 kilog. la paire, soit 3t,276, à 205 fr.	671 58
1456	boulons, pesant 0k,455 l'un, soit 0t,662, à 360 fr.	238 32
2184	coussinets, pesant 9 kilog. l'un, soit 19t,656, à 150 fr.	2,948 00
4368	chevillettes, pesant 0k,375 l'une, soit 1t,638, à 280 fr.	458 64
1092	traverses, à 5 fr.	5,460 00
2184	coins, à 0f,09	196 54
	Total	24,773 08
	Soit	25,000 f. 00

PRIX DE LA VOIE DU CHEMIN D'INTÉRÊT LOCAL

De Barbezieux à Châteauneuf (1871-1872).

En acier Bessemer.

Voici le prix détaillé d'un mètre courant de voie, et de la pose, pour le chemin de fer d'intérêt local de Barbezieux à Châteauneuf : l'espacement des rails est de 1m,50.

Les rails eux-mêmes sont du profil VIGNOLLES, de 25 kilogrammes en *acier Bessemer.*

1° *Pour une longueur de 6 mètres on a :*

12 mètres de rails à 25 kil. = 300 kil. à 0 fr. 2735	82 f. 05
4 éclisses à 4 kil., à 0 fr. 24	3 84
28 crampons à 0k,207, 0 fr. 53	3 07
8 boulons à 0k,304, à 0 fr. 50	1 36
7 traverses chêne, à 5 fr.	35 00

$$\frac{125\text{ f. }32}{6} = 20\text{ f. }886$$

2° *Pour 6 mètres de main-d'œuvre :*

Sabotage, 7 × 0,15	1 f. 050	
Pose de la voie, 6 × 1,10	6 600	
Ballast, 1,76 × 6 × 2,60	27 456	
Déchargement et matériel, pour 6 mètres	0 698	
Frais de réception à l'usine	0 215	
	36 f. 019 / 6	= 6 003
Total, pour un mètre		26 f. 889

Dans ce moment, le prix serait bien plus élevé, vu le prix de l'acier.

§ 4. — COMPARAISON DES DIVERS SYSTÈMES DE FABRICATION DES RAILS.

Si l'on fait abstraction des modifications récemment introduites par la Compagnie du chemin de fer du Midi dans son cahier des charges, on voit que le mode de fabrication des rails prescrit par les ingénieurs français diffère essentiellement du système qui parait prévaloir en Allemagne et dans quelques usines anglaises. La question peut, nous semble-t-il, se résumer par des chiffres, car la différence des deux systèmes consiste à exiger du fabricant un martelage des paquets et un deuxième réchauffage avant le travail du laminoir.

Pour se rendre compte de cette différence, on peut essayer d'établir le prix de revient dans les deux cas, en supposant les conditions de fabrication les plus difficiles :

A. — *Travail du fer brut. — Prix de revient de 1,000 kilogrammes.*

Fonte, 1,150 kil., à 80 fr.	92 f. 00	107 95
Houille, 800 kil., à 9 fr.	7 20	
Puddlage	7 00	
Cinglage et laminage	1 75	

Travail du fer corroyé. — Prix de revient de 1,000 kilogrammes.

Fer puddlé, 1,075 kil., à 107 fr. 95	116 04	
Houille, 350 kil., à 9 fr	3 15	
Chauffage	2 00	
Laminage	1 25	
	122 44	123 66
A ajouter : perte sur les rognures	1 22	

Travail des rails.

Fer corroyé, 350 kil., à 123 fr. 66 c.	43 28	124 123
Fer brut, 700 kil., à 107 fr. 95 c.	75 65	
Houille, 200 kil., à 9 fr.	1 80	
Chauffage	1 50	
Laminage	2 00	
Pertes sur rebut		1 22
Dressage, ajustage, perçage et frais de réception		1 28
Frais généraux de fabrication, etc		1 50
Prix de revient de 1,000 kil. de rails finis		128 13

B. — *Rails fabriqués en paquets martelés et laminés.*

Admettant le fer brut préparé comme dans la première méthode, au prix de 107 fr. 95. indiqué plus haut, on trouve les résultats suivants :

Travail du fer martelé.

Fer puddlé, 1,000 kil., à 107 fr. 95 c.	107	95		
Houille, 350 kil., à 9 fr.	3	15	115	45
Chauffage et martelage	4	35		

Travail des rails.

Fer martelé, 1,025 kil., à 126 fr. 25 c.	129	40		
Houille, 150 kil., à 9 fr.	1	35	133	50
Chauffage	0	75		
Laminage	2	00		
Pertes sur rebuts, dressage, etc. (comme précédemment)			4	00
Prix de revient de 1,000 kil. de rails finis			137	50

Appliquons les données précédentes à la méthode des usines du Phénix, décrite par M. Desbrières dans les Mémoires de la Société des Ingénieurs civils :

Travail du fer brut.

Fonte, 11,50 kil., à 80 fr.	92	00		
Houille, 800 kil., à 9 fr.	7	20	107	20
Puddlage	7	00		
Cinglage	1	00		

Réchauffage du lopin et étirage.

Fer, 1,025 kil., à 107 fr. 20 c.	109	90		
Houille, 150 kil., à 9 fr.	1	35		
Chauffage	0	75	113	70
Laminage	0	60		
Pertes sur rognures	1	10		

Travail des rails.

Fer brut, 1,075 kil., à 113 fr. 80 c.	122	33		
Houille (deux chaudes), 500 kil., à 9 fr.	4	50	132	83
Chauffage	2	00		
Martelage et laminage	4	00		
Rebuts, dressage, etc.			4	00
Prix de revient de 1,000 kil. des rails finis			136	83

La différence entre les deux premiers prix de revient est de 137 fr. 50 — 128,15 = 9 fr. 35 par tonne, qui produit par kilomètre de voie construite en rails de 37^{k},5 une augmentation de 700 francs environ; le procédé décrit en dernier lieu élève cette différence à 138 fr. 85 — 128,15 = 10 fr. 70 par tonne, ou environ 800 fr. par kilomètre.

On conçoit d'ailleurs que ces divers prix peuvent varier avec les éléments à la disposition de l'usine; mais dans chaque cas particulier, en suivant la marche précédente, on se rendra compte d'une manière suffisamment approximative des frais que peut entraîner une modification du genre de celle dont nous nous sommes occupés dans la fabrication des rails.

Si, comme tout porte à le croire, ces modifications dans le traitement devaient amener une amélioration importante dans la résistance des rails et, par suite, une économie dans l'entretien des voies, nous n'hésiterions pas à en conseiller l'adoption générale. En tous cas, il y a lieu d'en encourager l'application à titre d'essais sur une grande échelle, car il

devient chaque jour plus nécessaire d'être fixé à cet égard. (Voir sur cette question les Mémoires publiés dans les *Annales des Mines*, p. 331, 2e livraison, t. I, 1862, par MM. GRUNER, ingénieur en chef des mines, et LAN, ingénieur des mines.)

Indépendamment des études qui restent encore à faire sur la partie mécanique de la fabrication des rails, les métallurgistes ont besoin d'être fixés sur la question du puddlage lui-même.

Plusieurs ingénieurs ont suivi pas à pas la marche de l'opération, et en ont déduit les conséquences, qui ne sont pas toutes d'accord entre elles.

Selon M. MÈNE (compte rendu de la séance de l'Académie des sciences du 29 février 1864), le puddlage est généralement prolongé au delà du temps nécessaire à la transformation et à l'épuration du métal, les scories de la fin de l'opération ne donnant pour ainsi dire plus que des traces des deux métalloïdes.

M. Eug. FLACHAT, dans un travail très-intéressant inséré dans les Mémoires et Comptes-rendus de la Société des Ingénieurs civils (1863), a calculé le montant des dépenses que le renouvellement des rails, pour les chemins de fer français seulement, occasionnerait après l'achèvement du réseau actuellement en exploitation ou en construction. D'après cet éminent ingénieur, on aurait à faire face dans quelques années à une dépense annuelle de 25 millions de francs, chiffre peut-être trop élevé, mais qui, par son importance même, doit attirer l'attention des ingénieurs intéressés dans l'industrie des chemins de fer sur la question de fabrication des rails.

§ 5. — OBSERVATIONS DIVERSES CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE

GLISSEMENT DES RAILS

Dans le cas du Profil à double champignon.

Les rails ont une tendance constante à se déplacer dans le sens longitudinal. Il faut donc prendre certaines précautions pour obvier à ce grave inconvénient.

Dans les voies à coussinets, toujours parcourues dans le même sens, les rails sont chassés sur les deux files de rails, en pleine voie, dans le sens de la marche des trains; aux abords des stations, où les freins sont serrés, et dans les fortes pentes, sur lesquelles les rails glissent dans le sens même de l'inclinaison, il faut donc chasser les coins dans la direction de la pente ou de la station.

Sur les lignes à voie unique, les coins doivent être chassés dans les deux directions à partir du milieu du rail, et non pas en sens inverse sur chaque file de rails, comme cela se pratique souvent, car il peut arriver que les traverses deviennent obliques par rapport à l'axe de la voie, quant il faut diviser les joints.

Le glissement des rails est considérablement diminué par l'emploi des coussinets-éclisses, surtout quand, munis d'une encoche au patin, ces coussinets sont fixés sur les traverses par les crampons ou les tire-fonds entrant dans cette encoche.

Il est, enfin, à peu près nul dans les voies à rails Vignolles, surtout quand les crampons d'attache entament le patin du rail dans des encoches préparées à cet effet.

On a observé sur les chemins de fer de l'Ouest que les files extérieures des deux voies glissent beaucoup plus que les files bordant l'entre-voie; cela tient à ce que le ballast qui garnit les rails et coins extérieurs, étant moins soutenu que le ballast de l'entre-voie, a plus de mobilité, se dessèche plus vite et diminue par suite le serrage des coins. Les voies dont le ballast est encaissé ne présentent pas cet inconvénient particulier.

BOURRAGE DES TRAVERSES.

Par longueur de rail on met deux hommes travaillant simultanément sur les côtés opposés d'une même traverse. Ces deux ouvriers commencent par le milieu de la traverse en s'éloignant vers les extrémités. Pour commencer le bourrage, on se sert de battes en bois. Quand le ballast a pris une certaine consistance, on emploie la pioche à bourrer,

dont les coups doivent avoir d'abord une direction très-inclinée, de manière à tasser le ballast aussi verticalement que possible. Cette direction se rapproche successivement de l'horizontale à mesure que le ballast se serre sous la traverse, mais en ayant soin que la pioche ne rencontre pas les arêtes de la traverse.

On doit éviter de bourrer le ballast au milieu même de la longueur des traverses, sur un espace de $0^m,40$ à $0^m,50$, que l'on se contente de garnir de sable sans serrage. Cette disposition a pour but de faire porter la traverse sous l'aplomb des rails, là où le bourrage doit être le plus énergique. Quand il s'agit d'une pose nouvelle, le bourrage, surtout au commencement, ne doit pas être forcé ; il s'agit, avant tout, d'obtenir un serrage aussi uniforme que possible sous toutes les traverses, afin qu'elles portent toutes également.

Lorsque le bourrage a dépassé la limite convenable et qu'il en résulte une surélévation anormale du rail, il faut, si cette différence de hauteur est trop forte, enlever le ballast sous la traverse ; si elle est faible, on pourra la faire disparaître par quelques coups de dame donnés, non pas sur la traverse, ce qui doit être absolument interdit, mais seulement sur le rail.

§ 6. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES SUR LES TRAVERSES DE CHEMIN DE FER EN FONTE DE FER.

La rapide destruction des traverses en bois, et leur prix de plus en plus élevé, par suite de l'épuisement graduel des forêts et de la grande consommation même des traverses, a, depuis une dizaine d'années surtout, appelé très-vivement l'attention des ingénieurs sur les moyens de remplacer le bois par le métal.

Les premiers essais ont eu pour objet l'emploi de la fonte.

L'extrait ci-après du discours de M. R. Stephenson, président de la Société des Ingénieurs civils d'Angleterre, montrera l'importance de ce sujet.

« Les traverses, dont le nombre sur nos lignes n'est pas moindre de 26 millions, dis-
« paraissent encore plus vite que les rails. Pourries par l'humidité ou détruites par
« d'autres causes, elles demandent à être remplacées tous les douze ou quatorze ans, et
« ce renouvellement s'opère par contingent annuel de 2 millions de traverses. Il n'est pas
« sans grand intérêt de se rendre compte des conséquences de ce besoin annuel de tra-
« verses neuves, et en supposant que chaque arbre puisse donner six bonnes traverses, il
« faut par an abattre 300,000 arbres. Or, 300,000 arbres ayant atteint la grosseur et
« la maturité convenables ne peuvent se trouver dans une superficie de terrain moin-
« dre de 5,000 acres. Par conséquent, il faut abattre chaque année 5,000 acres de forêts
« pour approvisionner de traverses nos lignes de chemins de fer. »

Un examen attentif des comptes de la voie permanente des chemins de fer du Royaume-Uni démontrera que la dépense moyenne du renouvellement, indépendamment du coût d'entretien ordinaire, atteint 100 livres sterling par an et par mille traverses ; soit 20,500,000 fr. pour le réseau entier du Royaume-Uni.

En prenant ce point de départ de 100 liv. sterl. de prix de renouvellement par mille, et en séparant les éléments dont il se compose, on arrivera aux proportions suivantes :

Rails	37 p. 100
Traverses	45
Coussinets	6
Moyens d'attache	7
Main-d'œuvre	5
	100 liv. sterl.

On voit par là que les deux principaux éléments de dépenses sont l'usure des rails et la destruction des traverses. Il est évident, par conséquent, qu'il faut surtout porter son attention sur ces deux points pour arriver à réduire cette excessive dépense. Or, sur une

longueur de voies de plus de 200 milles en Angleterre et sur un développement plus grand encore à l'étranger, les résultats ont prouvé qu'on peut remplacer par des traverses en fonte de fer les traverses en bois, avec une très-légère augmentation de dépenses de premier établissement, et sans plus de main-d'œuvre d'entretien. L'usage a démontré d'ailleurs que la casse des traverses en fonte de fer, qui était la principale objection à leur emploi, n'est en pratique d'aucune importance.

Les avantages, au contraire, de l'emploi de la fonte de fer ont, en fait, été complétement établis, et la seule question que la « *Permanent Way Company* » considérât comme étant encore à résoudre, c'était la meilleure forme à donner aux traverses, afin d'obtenir la plus grande somme de force avec un poids donné de matière première.

L'économie réalisée par la substitution du fer au bois est évidente; car, tandis que les traverses de bois, se pourrissant dans l'espace de douze à quatorze ans, comme on l'a dit plus haut, ne laissent plus aucune valeur après elles, on peut sérieusement affirmer que les traverses en fer ont une durée triple et peuvent en outre être refondues dans toute forme que l'expérience aura montrée être la meilleure, et cela à un prix qui n'excédera pas le quart du coût primitif, les moyens pour arriver à ce but étant tellement simples qu'on peut, sur les lignes un peu considérables, établir des appareils à cet effet, et y refondre les vieilles traverses sans qu'il soit besoin de les transporter au loin.

Mais il est un autre point à considérer, et qui a été un grand obstacle à l'usage général de la fonte de fer, à savoir : la sensation de roideur éprouvée sur les chemins de fer établis sur certaines espèces de ballast, telle que des cailloux broyés ou du gravier. On a constaté que cette roideur ou inflexibilité de la voie n'existe pas dans toutes les circonstances, et qu'elle est si peu sensible dans les chemins bien construits, qu'il est difficile de distinguer, en parcourant la voie en wagon, la différence entre la voie posée sur des traverses en bois et celle établie sur des traverses en fonte de fer. Toutefois, dans les lignes de grand trafic, où les matières employées pour le ballast ne sont pas élastiques, il est désirable d'obtenir l'élasticité par l'introduction du bois dans la construction et d'autres moyens. C'est en effet cette douceur dans le parcours qui a été cause de l'emploi presque général jusqu'à présent des traverses en bois, bien que le renouvellement de celles-ci soit beaucoup plus coûteux. La question est donc de pouvoir établir un chemin où l'on obtienne l'élasticité désirable.

Il existe également un point qui n'est pas sans influence matérielle sur les dépenses de la voie permanente, le changement des conditions de trafic d'une ligne et l'accroissement progressif de poids qui passent sur nos voies de chemins de fer conduisant, en effet, à des modifications dans le poids et le modèle de rails, et il est bien avéré que presque toujours, quand on refait une ligne, on emploie des rails de poids et de forme différents de ceux dont il avait été fait usage lors de la construction primitive. Pour accomplir ce changement de modèle des rails pour des voies établies avec des coussinets de fer et des traverses transversales, il est nécessaire d'enlever tout le matériel et de reconstruire la voie entièrement à nouveau, ce qui non-seulement entraîne à une grande dépense et perte de matériel, mais constitue la voie reconstruite en une voie toute nouvelle, d'où résulte, pendant une période d'un à deux ans, un accroissement de travail d'entretien jusqu'à ce que le niveau des traverses soit bien assis. Il est donc nécessaire, comme troisième condition, de construire la voie de telle façon que le modèle du rail puisse être changé sans qu'on ait besoin de déranger les traverses, c'est-à-dire la partie inférieure de la voie permanente :

Les conditions suivantes sont donc de rigueur pour arriver à une voie permanente économique.

1° Que les traverses, c'est-à-dire la construction inférieure de la voie, soient en fer;

2° Que le rail soit maintenu dans la traverse au moyen du bois, ou de telle autre façon qui donnera à la voie l'élasticité désirable;

3° Que la voie soit établie de telle sorte que les rails puissent être retournés ou changés sans dérangement aucun des traverses.

CHAPITRE III

MATÉRIEL FIXE DE LA VOIE

§ 1. — CHANGEMENTS DE VOIE.

Type d'aiguillage économique pour la voie réduite

du Chemin de fer industriel et d'intérêt local de Lagny *à* Neufmoutiers, *par Serris et Villeneuve-le-Comte* (Seine-et-Marne).

Pl. 9.

Le chemin de fer de Lagny ayant été établi primitivement pour un service industriel d'intérêt privé, les propriétaires ont dû chercher à en réduire le plus possible les frais de construction; aussi y avons-nous trouvé un système d'aiguillage économique possédant les qualités nécessaires à un bon changement de voie. Actuellement cette ligne ayant été décrétée d'utilité publique, l'administration supérieure a cru devoir imposer aux concessionnaires les appareils et les règlements en usage sur les grandes lignes de chemins de fer; c'est pourquoi nous donnerons plus loin la description de l'aiguillage réglementaire approprié aux réseaux à voie réduite.

L'aiguillage économique pour deux voies, tel que nous le représentons, consiste dans le déplacement des deux rails extrêmes d'une voie principale, qui viennent correspondre avec l'une ou l'autre des deux voies. Ce déplacement s'opère au moyen d'une barre qui relie d'un côté les bouts de ces deux rails extrêmes, et s'assemble de l'autre avec une manivelle montée sur un arbre vertical auquel on imprime un mouvement de demi-tour à l'aide d'un levier à taquet d'arrêt. L'arbre vertical est maintenu dans une colonne en fonte posée sur traverses en bois, et porte à sa partie supérieure un disque en tôle. Le taquet est ajusté à charnière dans deux branches inférieures du levier, et se trouve muni d'un prolongement sur lequel presse un ressort qui l'oblige à s'engager successivement à la fin de chaque demi-tour dans deux entailles pratiquées diamétralement dans le cordon du haut de la colonne. Le dessin faisant voir en détail l'ensemble de ce mouvement, nous croyons inutile d'en donner une plus longue description ; nous dirons seulement que les deux rails formant aiguilles sont reliés entre eux, près des traverses sur lesquelles ils glissent, par des barres méplates en fer, fixées à leurs patins.

La pointe de croisement est aciérée et repose sur traverse à l'aide d'une patte ajustée à queue d'aronde à sa partie inférieure, et fixée par des tire-fonds.

Dans le cas où l'aiguillage est adapté à trois voies, la commande des rails-aiguilles, au lieu de se faire par la petite manivelle de l'arbre vertical, se fait par pignon et crémaillère.

Sur toute la ligne les traverses en bois sont placées à $0^m,80$ d'écartement d'axe en axe, et les rails y sont posés avec un embrèvement de $0^m,01$, et maintenus par des tire-fonds chevauchés deux à deux, par rapport à l'axe à chaque bout de traverse.

Type d'aiguillage réglementaire

du Chemin de fer de Lagny.

Pl. 10.

Ce type est absolument semblable, sauf proportions, à celui des grandes lignes, et se compose par conséquent de deux aiguilles en acier entretoisées, dont l'une est réunie au levier de manœuvre par une tringle à col de cygne. Les aiguilles glissent sur le dessus

de coussinets en fonte, boulonnés sur les traverses de la voie et supportant les rails. Les détails de cet aiguillage sont exactement représentés sur la planche, et nous avons indiqué plusieurs coupes transversales d'une aiguille à divers points de sa longueur.

Levier de manœuvre. — Il est également semblable à celui des grandes lignes. Il possède donc un levier à chape en deux pièces, dont l'une, qui n'est autre qu'un levier à poignée, est assemblée avec la seconde. Celle-ci porte vers son milieu un tourillon qui s'engage dans un palier venu de fonte avec son support, et se termine par la chape qui reçoit la tringle à col de cygne servant à manœuvrer les aiguilles. Une pièce en fer s'emmanche sur le levier au moyen d'un œil, et porte un contre-poids qui sert à maintenir le levier dans la position qu'on veut lui faire prendre. Pour cela, quand on change le levier de position, on fait tourner le contre-poids de manière à lui faire prendre une position inverse à celle qu'il occupait avant. On fixe alors cette pièce au levier à chape à l'aide d'une cheville à béquille, de manière à être bien sûr de la position des aiguilles.

Type de plaque tournante

du chemin de fer de Lagny *à* Neufmoutiers,

par MM. LUC et CHAUVIN, à Paris.

Pl. 11. — Fig. 1 à 10.

Cette plaque est totalement construite en fonte et fer, et comme ce dernier métal n'y est employé qu'en très-petite proportion par rapport au premier, il s'ensuit qu'elle coûte un prix très-modéré relativement au bon service qu'elle rend.

Dans les chemins de fer à voie réduite et à locomotive d'un faible poids, les plaques en fonte ne présentent pas, en effet, les mêmes inconvénients de fragilité relative qui les rendent inadmissibles pour les grandes lignes.

La plaque proprement dite, fondue d'un seul morceau avec des stries quadrillées à sa partie supérieure, repose sur huit galets coniques, et tourne autour d'un pivot en fer claveté dans le moyeu d'un cercle de roulement des galets en fonte. Ceux-ci ont leurs axes en fer reliés, vers le centre de la plaque, à une couronne ajustée à frottement doux sur le haut du moyeu du cercle de roulement, et assemblés, vers la circonférence de cette même plaque, avec un cercle en fer qui les entoure. La cuvette, établie en maçonnerie, est garnie à son rebord supérieur, concentriquement à la plaque, de traverses en bois, sur lesquelles sont placés les arrêts du valet. Des anneaux fixés à des tiges servent à lever la plaque pour en visiter les diverses parties.

Plaque tournante de service

pour wagons de terrassements (*Lyon*).

Pl. 11. — Fig. 11 à 14.

Construite presque toute en bois, elle possède seulement, comme pièces de métal, une crapaudine centrale en fonte, un pivot en fer et six galets cylindriques en fonte qui frottent haut et bas sur deux cercles de roulement en fer, placés l'un au-dessous de la plaque et l'autre sur un plateau en bois de fondation. Ce dernier reçoit la tige clavetée du pivot et repose sur de la maçonnerie. Les axes des galets sont reliés entre eux par des fers méplats et fixés dans la douille de la crapaudine. La cuvette est formée de traverses en bois assemblées, et de maçonnerie.

Mât de signal

du chemin de fer de Lagny.

Pl. 9. — Fig. 16 à 28.

MM. Desgoffe et C[e] établissent depuis quelque temps, pour les grandes lignes de chemins de fer, des mâts de signaux dont les montants sont composés de feuilles de tôle cintrées et rivées de manière à offrir une grande résistance.

Le mât de signal du chemin de Lagny est le type adopté pour les lignes à voie réduite, si toutefois l'on ne préfère pas, par raison d'économie, l'emploi d'un support en bois, peint et préparé. Son montant, également en tôle, porte à sa partie inférieure le pivot et à sa partie supérieure le support à douille de la tige du disque. Cette tige est munie, près du pivot, d'un petit levier-manivelle à double anneau relié par une chaîne, d'un côté à un levier à contre-poids, et de l'autre au levier à main du poteau de manœuvre. Une échelle en fer, fixée par le pied dans le sol et par le sommet dans le haut du montant, permet l'accès du disque pour y placer les feux.

Poteau de manœuvre. — Il se place à quelque distance du mât de signal, suivant l'emplacement, et se compose d'un montant en tôle, scellé dans le sol à sa partie inférieure, et terminé à sa partie supérieure par un secteur aux extrémités duquel s'arrête le levier à main, relié par une chaîne à la tige du mât de signal. Ce levier possède un peu de jeu dans le tourillon de son support, de manière à pouvoir se déclancher facilement de celui des arrêts qui le maintient, lorsqu'il est soumis à l'effort du levier à contre-poids du mât de signal.

Ponts à bascule

pour le pesage des wagons,

par MM. LUC et CHAUVIN, à Paris.

Pl. 12.

MM. Luc et Chauvin construisent surtout les divers appareils de pesage, dits ponts à bascule, pour chemins de fer, usines, octrois, sucreries, distilleries, etc. Le premier type de ce genre que nous représentons est celui que ces constructeurs ont fourni au petit chemin de fer de Lagny. Sa force est de 10 tonnes. Il est établi dans des conditions tout à fait économiques.

Ainsi, le tablier se compose de deux poutres en bois entretoisées et reliées à leur partie supérieure par un plancher recevant les rails. Ces poutres sont munies à leur partie inférieure de supports qui viennent appuyer au moyen de menottes verticales sur quatre leviers triangulaires agissant eux-mêmes à l'aide d'une griffe à couteaux sur le levier communicateur de la romaine. Le mécanisme est renfermé dans une fosse en maçonnerie où se trouvent disposées les diverses pierres qui reçoivent les supports des leviers. Un couronnement en bois de chêne forme le pourtour de la fosse et s'appuie sur les murs; il est fait de deux longrines emmanchées à tenons dans les mortaises de deux traverses posées à plat. Il est posé simplement et n'est scellé qu'après le montage de l'appareil et sur les indications du monteur. Une trappe est ménagée entre le tablier et la romaine pour descendre dans la fosse.

Sous chacun des cinq piliers qui reçoivent les pierres des supports de leviers doit se trouver une fondation ou une couche de béton, dont l'épaisseur varie avec la consistance du sol, ces cinq piliers supportant à eux seuls toute la charge et le poids de l'appareil.

Nous avons également représenté les principales pièces du mécanisme d'un pont à bascule de 20 tonnes, des mêmes constructeurs, dont le tablier est totalement en fer.

Prix du pont à bascule de 10 tonnes, tablier en bois : 1,600 fr.

Prix du pont à bascule de 20 tonnes, tablier en fer : 2,600 fr.

Pont à bascule

entièrement métallique,

par MM. L. SAGNIER ET Ce, à Paris.

Pl. 12.

Les instruments de pesage construits entièrement en fer et en tôle offrent une plus grande solidité et une plus grande précision que ceux en bois, et résistent aux intempéries de l'air sans se détériorer. Aussi, bien qu'ils coûtent un peu plus cher que ceux où le tablier est en bois, ont-ils été adoptés par les principales compagnies de chemins

de fer. Le pont à bascule de 30 tonnes de MM. SAGNIER et Cᵉ est monté dans une fosse en maçonnerie et possède des rails Brunel en acier Bessemer, afin de pouvoir résister à de fortes charges. Il est muni d'appareils protecteurs des couteaux du mécanisme avec paliers d'angles reliés entre eux, et son tablier, composé d'un châssis en fer à double T, est surmonté d'une semelle en tôle striée.

Prix : 3,400 fr.

DEVIS DU MATÉRIEL FIXE ACCESSOIRE DE LA VOIE

Changements de voie. Plaques tournantes. Signaux. Ponts à bascule. Gabarits et grues de chargements.

Le prix kilométrique du matériel fixe variera, sur chaque ligne, avec le nombre des stations.

Pour une station disposée comme celle du *chemin de Mamers à Saint-Calais*, le matériel fixe se composera de :

2 changements à 2 voies, à 1,300 fr.	2,600 fr.
2 plaques tournantes, à 2,100 fr.	4,200
1 pont à bascule, à 1,100 fr.	1,100
1 grue de chargement, à 800 fr.	800
1 gabarit de chargement, à 150 fr.	150
Taquets d'arrêts. Heurtoirs	200
TOTAL	9,050 fr.

CHAPITRE IV

TRAMWAYS, OU CHEMINS DE FER À TRACTION DE CHEVAUX

Dans les villes, où l'on ne peut pas faire circuler des locomotives *à niveau de la chaussée*, sans créer un danger pour les voitures ordinaires, ou bien aussi dans les cas où la dépense d'un chemin de fer proprement dit serait trop élevée pour le produit du trafic, on applique la traction des chevaux comme force motrice, et il en résulte les voies ferrées que tout le monde connaît aujourd'hui, et qui ont eu leurs premières applications en Amérique.

Nous empruntons à l'excellent mémoire de M. MALÉZIEUX sur les travaux publics des États-Unis, les intéressants renseignements qui suivent sur l'état de ce genre de lignes.

§ 1. — LES TRAMWAYS EN AMÉRIQUE.

Succès de ces chemins aux États-Unis.

Les chemins de fer à traction de chevaux ou tramways, connus en France sous le nom de *Chemins de fer Américains*, ont atteint aux États-Unis un développement considérable. On l'estime à 6 ou 7,000 kilomètres. Ce n'est pas que le système y ait été admis sans préventions et sans obstacles : les conducteurs des voitures ordinaires, les anciennes compagnies d'omnibus, les propriétaires riverains ont, de concert, lutté contre la pose des rails dans les rues des villes populeuses. Mais ces résistances sont tombées, et Philadelphie, la ville peut-être où elles ont été le plus vives, est celle qui est aujourd'hui le plus complétement pourvue d'omnibus sur rails.

Leurs avantages sur les routes ordinaires.

L'avantage fondamental du système, c'est la réduction considérable de l'effort du tirage. Deux chevaux de force médiocre peuvent traîner des voitures non-seulement plus longues, mais aussi plus larges et plus hautes, conséquemment plus confortables que les omnibus ordinaires. On peut d'ailleurs employer des roues d'un moindre diamètre et, par suite, rendre l'accès plus facile par les deux marches qui servent à monter ou à descendre aux deux extrémités. Réduction des frais, abaissement des prix, agrandissement de la clientèle, qui peut embrasser tous les degrés du public : voilà de grands éléments de succès.

Les rails sont quelquefois une gêne pour les voitures ordinaires, qui ne peuvent les traverser sans une forte secousse, et dont les roues, quand elles viennent à s'engager des deux côtés à la fois dans certains rails creux, ne s'en dégagent pas toujours facilement. Mais c'est là un inconvénient accidentel, et qu'on a atténué en substituant aux rails à gorges des rails formés seulement d'une nervure saillante et d'une partie évasée. D'ailleurs, cet inconvénient est plus que compensé par l'avantage que trouvent les voitures ordinaires à circuler elles-mêmes sur les rails dans certaines limites de concordance de largeur; les cochers ménagent ainsi leurs chevaux et les ressorts de suspension des voitures, en même temps que le bruit et la trépidation diminuent à l'avantage des voyageurs, des piétons et des propriétaires riverains. Les voitures ordinaires sont simplement tenues de se garer, sur l'avertissement qui leur en est donné au cornet, pour laisser passer les wagons ou *Cars*.

Les rails, recevant une majeure partie de la circulation, réduisent de beaucoup les frais d'entretien des chaussées; ils constituent donc un allégement pour le budget des villes.

Quant au public en général, il apprécie, surtout en Amérique, les chemins de fer à traction de chevaux, lorsqu'ils relient le centre des grandes villes, le quartier du commerce et des affaires, avec les zones excentriques, où les maisons d'habitation peuvent s'établir plus à l'aise. Ce service spécial devra également réussir en France. Les efforts faits depuis quinze ans à Paris pour faire refluer la population du centre vers les extrémités n'eussent-ils pas été plus heureux, si les grandes voies nouvelles avaient été desservies par des véhicules plus économiques, et en même temps plus commodes et plus agréables que ceux qui existent aujourd'hui?

Aux États-Unis, la plupart des villes sont bâties sur terrain plat et les rues n'ont en général qu'une pente insensible à l'œil, circonstance très-favorable à l'usage des rails.

Les rails reposent sur des longrines de pin jaune supportées par des traverses de chêne blanc, de châtaigner, de pin jaune ou blanc. Ces traverses doivent s'étendre à $0^m,30$ au moins de chaque côté de la voie. Leur écartement varie de 1 mètre à $1^m,80$; il se réduit à $0^m,60$ quand on supprime les longrines. Les traverses ont en général $0^m,15$ de largeur et $0^m,13$ d'épaisseur, les longrines $0^m,13$ de largeur, $0^m,18$ de hauteur. Des équerres en fonte, placées extérieurement aux longrines, les empêchent de s'écarter. Les traverses sont posées sur du ballast de pierres cassées ou de gravier. Le drainage de la voie est essentiel.

Le rail plat de $0^m,12$ avec nervure saillante du côté extérieur, tel qu'on l'emploie à Philadelphie, pèse 22 kilogrammes par mètre courant. Deux petits talons inférieurs se logent dans des feuillures de la longrine, à laquelle le rail est d'ailleurs fixé par des tire-fonds. La largeur de la voie, c'est-à-dire l'intervalle compris entre les rebords des rails, a été portée par une ordonnance municipale à $1^m,59$, ce qui laisse de la marge pour la circulation des voitures ordinaires. On peut atteindre le même but avec des rails à rebords intérieurs.

Dans les courbes de 10 à 20 mètres de rayon qui se présentent au tournant des rues, on remplace les rails en fer par des pièces spéciales en fonte. Le rail intérieur est à gorge, avec une forte nervure du côté de la voie, pour empêcher la roue de s'échapper

suivant la tangente; le rail extérieur est tout plat. On franchit ces passages au pas, et les déraillements, qui ne sont pas sans se produire assez souvent, sont sans inconvénient sérieux.

Matériel roulant.

Les voitures désignées sous le nom spécial de *Street Cars* (wagons des rues) ont de 5 à 8 mètres de longueur, y compris les deux paliers extérieurs qui se trouvent symétriquement aux extrémités, protégés par des auvents. La largeur intérieure est de 2 mètres environ, de sorte qu'entre les deux rangées de personnes assises il reste un passage libre de $0^m,60$ environ. Le toit présente, comme celui des wagons ordinaires, un surhaussement central qui permet qu'on s'y tienne sans difficulté debout avec un chapeau; cela fournit en même temps le moyen d'aérer sans établir de courants d'air gênants. Il n'y a pas d'impériale. Les deux portes sont à coulisses. Le plancher, placé immédiatement au-dessus des essieux, n'est guère qu'à $0^m,40$ au-dessus du sol, d'où résulte une grande stabilité du véhicule. Les roues sont en fonte; elles ont de $0^m,60$ à $0^m,75$ de diamètre; elles montent sous les banquettes et se trouvent en partie masquées. La caisse s'étend en dehors par un encorbellement; elle repose sur les boîtes à graisse par l'intermédiaire de huit ressorts en caoutchouc vulcanisé de $0^m,10$ à $0^m,12$ de diamètre sur $0^m,15$ de hauteur. Les plaques de garde sont en fonte.

Chacun des paliers extérieurs présente un crochet pour l'attelage et la manivelle d'un frein.

Les voitures peuvent contenir, suivant leurs dimensions, de dix-huit à vingt-huit perpersonnes commodément assises; mais il n'y a pas d'appuis séparatifs, et, en cas de besoin, on se serre davantage. On peut d'ailleurs, comme nous l'avons dit, se tenir debout dans le couloir; des poignées de cuir pendantes, fixées à une barre longitudinale, permettent de rester aisément en équilibre malgré les changements d'allure du car; deux personnes peuvent se tenir aisément de front. On peut également rester debout sur les paliers extérieurs. Plus d'une fois nous avons vu ainsi plus de quarante à quarante-cinq personnes sur une même voiture.

Les voitures, peintes en jaune clair, sont traînées par deux chevaux ou par un seul, suivant leurs dimensions, et ces chevaux sont généralement de petite taille et de médiocre valeur. L'un d'eux porte une clochette au cou. Il n'y a ni flèche ni brancard, les chevaux n'ayant jamais à retenir la voiture : c'est au moyen du frein que le cocher la retient ou l'arrête. On y trouve le double avantage de ménager les chevaux et d'arrêter d'une façon plus rapide et plus sûre. Debout sur le palier de devant et tenant les rênes de la main gauche, le cocher a la main droite toujours posée sur la manivelle du frein.

Les deux barres sur lesquelles les deux chevaux tirent respectivement sont fixées chacune par un bout de chaîne à l'extrémité d'une barre centrale qui s'accroche à la voiture. Le changement de chevaux s'opère sans que la voiture ait à s'arrêter complétement : le cocher décroche, et un homme aposté fait tourner les chevaux sur l'un des côtés de la voie; la voiture continue doucement, en vertu de sa vitesse acquise, jusqu'à ce qu'elle atteigne les chevaux frais préparés sur la voie même; le garçon d'écurie qui les tient met le crochet et jette les rênes au cocher.

Exploitation (1).

Une courroie aboutissant à deux timbres placés sur les paliers (car il faut que la voiture soit symétrique) permet au conducteur, debout à l'arrière, ou à un voyageur quelconque d'avertir le cocher pour faire arrêter la voiture.

Un signe fait au cocher suffit pour que la voiture s'arrête; mais le conducteur est spécialement chargé de veiller aux signaux qui peuvent être faits de l'extérieur. On peut généralement entrer dans la voiture ou en descendre par devant ou par derrière; cependant,

---

(1) Ces détails sont très-intéressants : nous les recommandons à l'attention de nos lecteurs, beaucoup d'éléments pouvant en être utilisés en Europe.

à Philadelphie et à Boston, l'accès d'arrière est seul autorisé : il est affranchi de tout danger et parfaitement commode.

Il monte autant de monde dans les voitures que celles-ci en peuvent matériellement contenir, debout ou assis. Souvent un voyageur qui arrive, entrevoyant la possibilité de s'asseoir à moitié entre deux autres, s'y installe comme il peut, et les deux voisins s'y prêtent en se gênant. Les gens qui se tiennent debout gênent nécessairement les autres, surtout quand ils sont nombreux; cependant personne ne réclame, personne ne se plaint : ni les voyageurs admis en dernier lieu, et qui sont enchantés de partir, même debout, à l'heure des affaires, à l'heure de l'encombrement, ni la Compagnie des omnibus, pour laquelle ces recettes supplémentaires sont un bénéfice net, ni enfin les personnes assises qui comprennent qu'elles-mêmes profiteront un autre jour de l'indulgence des premiers occupants.

Ces faits de tolérance réciproque, — qu'on les explique par l'intérêt bien entendu ou par des sentiments de charité chrétienne, — se rencontrent à chaque pas aux États-Unis. — De telles mœurs simplifient beaucoup les difficultés d'organisation et de réglementation.

En général c'est le conducteur qui est chargé de la perception du prix des places. Cependant nous avons vu à Washington des wagons de rue sans conducteur, où cette partie du service était dévolue au cocher.

Généralement aussi la perception s'opère sans moyens de contrôle apparents; mais il n'en est pas ainsi à San Francisco. Là le conducteur est muni d'une provision de billets comprenant une souche et quatre numéros d'ordre. Chaque billet est valable pour quatre places, et le voyageur trouve un avantage pécuniaire à en prendre. En le lui remettant, le conducteur détruit le n° 1, et le billet, ainsi raccourci, demeure valable pour trois autres courses. Le conducteur étant tenu de représenter les billets qui lui ont été confiés ou l'argent qui lui a été remis en échange, il n'y a pas d'erreur ou de fraude possible. — Ces billets à souche sont de petits cartons de $0^m,035$ de hauteur sur $0^m,060$ de largeur.

Le mode de perception usité à Washington est plus original : le cocher vous remet ou vous fait passer, contre votre argent, un jeton ou chèque en cuivre, analogue à ceux qui servent pour l'enregistrement des bagages sur les chemins de fer ordinaires, et que vous devez déposer à l'instant même dans une sorte de tronc vitré placé près du cocher. Le bruit que le jeton fait en tombant avertit le cocher (qui a le dos tourné) que vous êtes en règle vis-à-vis de lui. Si vous tardez, soit à lui faire parvenir le prix de la place, soit à faire le dépôt du chèque, il appelle votre attention par deux ou trois coups de timbre. Il va sans dire que, pour prévenir toute confusion, il est nécessaire que chacun paye au moment même où il entre dans la voiture. On entre bien souvent par l'arrière sans que le cocher s'en aperçoive et on pourrait sortir de même. Mais, soit par honnêteté pure et simple, soit par l'effet d'un contrôle mutuel dont tous les voyageurs sentent la nécessité, on paraît ne pas se préoccuper de ce genre de fraude possible. — Nous avons dit que le cocher est ici l'unique agent du service. On a pensé qu'en pratique il n'y pourrait pas suffire si on ne lui épargnait pas l'embarras de rendre aux voyageurs le surplus de la monnaie qu'on lui donne. Voici comment on a résolu la difficulté : on a préparé dans de petits paquets cachetés le complément à rendre sur les pièces ou billets (greenbacks) de 10 cents, de 25 cents, de 50 cents et de 1 et 2 dollars, en plaçant le jeton sous la même enveloppe. Le voyageur ouvre le paquet et ne dépose son jeton qu'après avoir vérifié la monnaie qu'on lui rend. — Les paquets, dont le contenu est indiqué extérieurement en grosses lettres, sont placés dans une pochette de cuir suspendue près du cocher.

Prix des places.

Nous avons payé pour le prix des places à New-York 6 cents, à Philadelphie 7, 7 et 8 à Washington, 7 à San Francisco. Ce prix allait être réduit à 5 cents à New-York. Pour apprécier la valeur relative de ces nombres, il faut se souvenir que le salaire des ouvriers est aux États-Unis plus que double de ce qu'il est en France. 7 cents à Philadelphie, correspond à environ 3 sous à Paris : c'est le prix de nos impériales.

Précautions contre les accidents.

Une lampe placée dans la cloison devant des cars en éclaire parfaitement l'intérieur et rend la voiture bien visible du dehors; mais elle n'éclaire pas la voie en avant, et il n'est pas rare, dit-on, que dans les soirées obscures on écrase des ivrognes étendus en travers des rails. Des accidents plus regrettables atteignent les enfants qui s'oublient à jouer dans les rues. A Boston, les cars sont tenus d'aller au pas dans le voisinage des écoles publiques à l'heure de la sortie des élèves. Une ordonnance municipale de Philadelphie prescrit de limiter, dans tous les cas, la vitesse à 10 kilomètres par heure, mais nous croyons qu'en général elle ne dépasse par 8 kilomètres. Dans l'intérieur des villes, l'allure de ces grandes caisses, qui semblent glisser silencieusement à la surface du sol, est des plus pacifiques.

Les rues centrales de Philadelphie n'ayant qu'une douzaine de mètres de largeur, on n'y a généralement établi qu'une seule voie de fer : deux rues parallèles et voisines servent l'une pour l'aller et l'autre pour le retour.

Chemins de fer à traction de chevaux dans la VILLE DE NEW-YORK.

Les chemins de fer à traction de chevaux établis à New-York depuis 1832 et surtout depuis 1852, sont entre les mains de 20 Compagnies différentes, dont chacune n'exploite généralement qu'une seule ligne. L'importance des Compagnies peut se mesurer par le nombre des voitures qu'elles ont en circulation : ce nombre varie de 25 à 125 pour 19 d'entre elles; il est de 250 pour la Compagnie du chemin de fer de la Troisième avenue.

Cette avenue occupe une position centrale entre la Cinquième (qui se prolonge le long du parc) et la Rivière de l'Est. Le point de départ des voitures est en face d'Astor-House, au cœur de la cité; la ligne aboutit à la rivière de Harlem (King's Bridge) après un parcours de 13 kilomètres. — La Compagnie a reçu de l'Administration municipale, en 1853, une autorisation confirmée depuis par la législature. Elle est tenue de faire partir des voitures toutes les 4 minutes de 7 heures du matin à 8 heures du soir, et toutes les 15 minutes de 8 heures du soir à minuit. Mais, en fait, les départs ont lieu de minute en minute pendant la plus grande partie de la journée, et l'intervalle est réduit à 3/4 de minute au moment de la poussée (*the rush up town*) du soir. Cette ligne transporte à elle seule environ 25 millions de voyageurs par an. Son personnel est d'un millier d'hommes. Sa cavalerie, de 1,600 chevaux, consomme journellement 18,000 litres d'avoine et 25,000 kilogrammes de foin.

A côté de cette grande voie qui, concurremment avec plusieurs autres, relie le quartier bruyant des affaires avec les paisibles habitations du nord, les bacs à vapeur de Brooklyn, servent, eux aussi, d'exutoires dans la direction de l'est. Celui de Fulton-Street notamment, part toutes les dix minutes depuis 3 heures du matin jusqu'à minuit, et toutes les quinze minutes de minuit à 3 heures.

*Chemins de fer à traction de chevaux dans l'*ÉTAT *de New-York.*

L'État de New-York, dont l'étendue équivaut à peu près au quart de celle de la France, possède 470 kilomètres de chemins de fer desservis par des omnibus à traction de chevaux :

La voie est double sur une longueur de 288 kilomètres.

Le nombre des voitures est de 1,765; celui des chevaux ou mulets employés est de 9,894.

Le nombre des voyageurs transportés en 1869 a été de 157 millions.

L'établissement de ces chemins a coûté environ 107 millions de francs.

En 1869, la dépense d'entretien de la voie a été de 3 millions, y compris 928,000 francs de contributions. Les dépenses d'exploitation ont été de 34 millions et les recettes de 48.

Les accidents occasionnés par l'exploitation en 1869 se résument en 27 tués et 71 blessés, soit 98 en tout. Ces 98 victimes, dont un peu plus du tiers a succombé, se composaient de 57 voyageurs, 7 employés et 34 personnes étrangères. Les accidents des voyageurs paraissent tenir en très-grande partie à l'imprudence.

L'encombrement de Broodway et de certaines rues de la ville vieille a conduit à conserver six lignes d'omnibus ordinaires (*City stage lines*).

Les voitures sont analogues à nos petits omnibus de famille : elles ne contiennent que 10 places (toujours sans impériale); mais à la façon dont la caisse est profilée et décorée, on dirait des voitures de gala. On y accède par l'arrière en gravissant trois marches. Une portière sans serrure se tient fermée grâce à une courroie de cuir qui, passant par-dessus la caisse, va se placer sous le pied du cocher : il soulève le pied quand la porte tend à s'ouvrir et ramène ensuite la courroie à lui. La voiture présente un surhaussement longitudinal limité du côté d'avant par une paroi verticale dans laquelle est percé un orifice de $0^m,08$ à $0^m,10$ de diamètre. C'est par cet orifice que les voyageurs passent leur argent au cocher et reçoivent de lui, s'il y a lieu, l'excédant de même monnaie (ou de menu papier). Et ici l'on n'a pas recours aux paquets préparés de Washington; il faut que le cocher manie et compte l'argent en détail tout en surveillant ses chevaux. Un timbre placé près de l'ouverture le prévient qu'il doit tendre la main en arrière; le voyageur se tient debout en attendant (c'est une petite opération que toutes les dames sans exception font faire par leurs voisins).

Ces *omnibus* de New-York sont une sorte de véhicule aristocratique. Le prix des places y est de 8 cents sur l'une des lignes et de 10 cents sur les autres. On n'y voit que des gens ayant une certaine tenue. Les hommes de couleur n'y montent pas, tandis qu'ils prennent place dans les *cars*. Ceux-ci marchent le dimanche comme les autres jours, ce que les omnibus ne font pas.

§ 2. — LES TRAMWAYS DE VIENNE.

Pl. 13.

Après les voies ferrées des États-Unis, celles de Vienne, en Autriche, sont parmi les mieux installées et les plus habilement exploitées dont nous ayons connaissance.

M. James Pouchet, ingénieur civil, a bien voulu nous communiquer les notes suivantes concernant les chemins de fer urbains de Vienne, Bruxelles et Londres.

La planche 13 représente les principaux éléments des chemins à traction de chevaux, établis sur le *Ring* de cette capitale (boulevard de ceinture de l'ancienne ville centrale, depuis la suppression de l'enceinte fortifiée).

Les lignes de tramways, de Vienne, au nombre de huit, ont un développement total de 21,850 mètres, comportant une longueur de voie de 42,000 mètres.

Le transport des voyageurs a été, pendant l'année 1870, de 12,548,000 personnes, et la recette de 1,314,847 florins.

Le prix des places dans l'intérieur du mur d'enceinte est de 10 kreutzers, soit environ 20 centimes.

Le nombre de chevaux employés à la traction a été en moyenne, pendant l'année, de 950 à 1,000 têtes.

La Compagnie des tramways possède en ce moment près de 400 voitures, dont un quart de voitures d'hiver et trois quarts de voitures d'été ou des deux saisons.

Les voitures d'hiver sont des voitures fermées à deux compartiments, l'un pour les fumeurs, l'autre pour les non-fumeurs; ce sont les plus courtes, et elles contiennent en moyenne 18 places assises. L'entrée par les bouts.

Les voitures d'été sont ouvertes avec simple toit reposant sur des montants. Elles contiennent 21 places assises et ont 7 mètres de longueur totale.

Les voitures mixtes pour les deux saisons ont la même longueur que les voitures d'été, mais avec compartiment fermé au milieu.

L'écartement des roues est de $1^m,90$. Les voitures passent dans des courbes de 8 mètres de rayon ; elles tournent, par suite, des coins de rues qui ont moins de 8 mètres de largeur.

Les voitures sont, en général, disposées pour s'y tenir debout dans les couloirs et sur les plates-formes. Le nombre de voyageurs qui entrent dans une voiture est habituellement de 40 à 50, chiffre qui s'élève jusqu'à 70 quelquefois, en été.

Tramways.

Longueur.. 22 kilomètres.

Soit par ligne.. $\frac{22}{8} = 2^k,75$.

Nombre de voyageurs pendant l'année : 12,548,000, soit par kilomètre :

$$\frac{12,548,000}{22} = 570,000.$$

Recettes.

1,314,847 florins de 2 fr. 50 = 3,287,117 fr.

Soit par kilomètre de ligne $\frac{3,287,117}{22} = 146,400$ fr.

Produit par les voyageurs $\frac{3,287,117}{12,548,000} = 0^f,26$.

Recette par $\frac{2,629,694}{22} = 119,500$.

Produit par voyageur $\frac{12,548,000}{2,629,694} = 0^f,21$.

§ 3. — NOTES SUR LES TRAMWAYS DE BRUXELLES.

Il existe à Bruxelles plusieurs Tramways : L'un, *le plus important*, part du bois de la Cambre et va à Scharbeck, rue Teniers. *Il a une longueur totale d'environ* 6,700 *mètres*.

Il y a en outre, dans les faubourgs, trois tronçons de lignes exploitées ou en construction, d'une longueur totale d'environ 4,000 mètres. L'un de ces tronçons part du boulevard du Midi et suit la chaussée de Mons pour aller à Anderlecht ; un autre part de la place des Nations, station du Nord, et va, en suivant la rue de Brabant, jusqu'à la place Liedts. Le troisième, qui est relié par une courbe avec le précédent sur la place des Nations, suit la rue du Progrès.

TRAMWAY DU BOIS DE LA CAMBRE.

Tracé. — Ce tramway part du bois de la Cambre, suit l'avenue Louise, le boulevard de Waterloo, la place du Trône, la place des Palais, la rue Royale, la rue Saint-Servais, la chaussée d'Haecht, pour se terminer sur cette chaussée, près la rue Teniers.

La ligne suit généralement le bord des chaussées et se compose de longs alignements droits, reliés par des *courbes de rayons variables* et dont le *minimum est de* 30 *mètres*.

Profils. — Le profil du chemin est peu accidenté, la *rampe la plus forte* est *de* $0^m,035$, mais elle n'a que 110 *mètres* de longueur; les autres *rampes* sont *de* $0^m,015$ seulement et au-dessous.

Stations et Garages. — Les *Stations* et les *Garages* sont assez rapprochés. Leur *distance* moyenne est d'environ 4 *à* 500 *mètres*; leur longueur est aussi très-variable. Quelques-uns n'ont en *longueur utile que deux ou trois longueurs de voiture;* d'autres ont deux ou trois cents mètres.

Rails, ses supports et accessoires. — Le rail plat, du poids de 16 kilog. par mètre linéaire.

La longueur du rail est *de 6 mètres et il pèse 16 kilog.* au mètre courant; il est fixé au moyen de clous sur une longrine en sapin de $0^m,10$ sur $0^m,15$, et *les longrines* des deux files de rails sont *entretoisées par des tirants en fer* servant à maintenir l'écartement, qui est de $1^m,50$.

Les longrines reposent sur le sol et *elles sont simplement reliées bout à bout par un sabot en fonte,* ainsi qu'il est indiqué dans les deux figures ci-après.

Après une exploitation de deux ans environ, les concessionnaires du Tramway du bois de la Cambre ont trouvé leur rail trop faible, et leurs mesures sont prises déjà en ce moment pour substituer à ce rail celui dont le profil est ci-dessous.

Le Rail nouveau pèse 25 kilog. au mètre linéaire.

Ces nouveaux rails portent à leurs faces supérieures des *stries pour offrir* aux sabots des chevaux une surface moins glissante.

Les longrines resteront les mêmes, mais *sous les longrines on doit mettre des traverses de* $2^m,15$ *de longueur,* $0^m,15$ *de largeur et* $0^m,10$ *de hauteur.* Ces traverses, *espacées de deux mètres, seront reliées aux longrines par des bouts de fer cornières,* et cela permettra la suppression des tringles d'écartement.

Changements de voie. — Les aiguillages et les croisements sont formés de *pièces de fonte.*

Entretien. — En ce qui concerne le petit entretien, il n'y a que deux hommes employés à ce service. Ils ont chacun à surveiller et nettoyer environ 3,400 mètres de longueur de voie avec leurs garages. Ils sont armés d'un racloir épousant la forme du rail, et en le promenant sur le rail ils enlèvent la boue et tous les obstacles qui pourraient s'y trouver. Chacun d'eux parcourt son canton deux fois par jour, soit pour chacun un parcours de 14 kilomètres.

Prix de revient. — Suivant l'Ingénieur de la Ville, le prix de revient du tramway, par kilomètre, serait *de 15,000 fr.* Ce prix doit être fort près de la vérité, comme le montre l'estimation ci-dessous.

Une longueur de voie de 6 mètres doit coûter:

2 Rails en 16 K. pesant 192 kilog. à 20 c.	38 fr. 40
2 Longrines en sapin à 92 fr. le mètre cube	6 20
2 Sabots d'about en fonte 9 kilog. à 18 c.	1 62
3 Tringles d'écartement en fer 4 k. 500 à 45 c.	2 63
Clous, 0 k. 500 à 45 c.	0 23
Total pour 6 mètres de longueur	49 fr. 08
A ajouter : *Démontage de la chaussée,* $2^m,20$ à 10 c.	0 fr. 22
Pose et réglement de la voie, 1 mètre à 50 c.	0 50
Remise en place du pavage, $2^m,20$ à 1 fr. 50	3 30
Prix d'un mètre courant de longueur	8 08
Prix du mètre courant de voie	12 fr. 10
La longueur totale de la voie est de	6,700 mètres.
La longueur des garages	2,000 »
Total	8,700 mètres.

Ce qui donne pour le prix d'*un kilomètre de chemin :*

$$\frac{8,700 \times 12,10}{6,700} \times 1,000 = 15,712$$

Traction. — La traction sur le chemin de fer du bois de la Cambre se fait unique-

ment par chevaux ; il y a en ce moment dans les écuries, qui sont situées au bois, tête de la ligne, 128 *chevaux*. *En été* le mouvement est beaucoup plus grand : il y en a jusqu'à 150 *ou* 160.

En général ces chevaux sont *médiocres*, ils sont estimés valoir en moyenne 300 *fr.* On en met *deux par voiture*. Voici quel est leur travail : On attelle deux chevaux au bois de la Cambre, ils vont jusqu'au bout du chemin à Scharbeck, font là un repos de 10 minutes et reviennent au point de départ ; ils se reposent là encore 10 minutes et repartent pour l'extrémité de la ligne, et reviennent ensuite. On les rentre alors à l'écurie, d'où ils ne sortent plus que le lendemain. *Cela fait un parcours total d'environ* 28 *kilomètres et une durée de travail de* 180 *minutes* (3 heures), car chaque voyage simple dure 45 minutes environ.

En ce moment le service commence à sept heures du matin au bois de la Cambre, et il part de là toutes les dix minutes une voiture jusqu'à midi ; à partir de midi les voitures partent toutes les cinq minutes jusqu'à 6 heures ; de 6 heures à 9 heures 10 minutes, les départs n'ont plus lieu que toutes les dix minutes ; la dernière voiture qui part à 9 heures 10 minutes du bois de la Cambre arrive à Scharbeck (rue Teniers) à 10 heures et elle rentre à 10 heures cinquante au bois de la Cambre. Le service est alors terminé. Il en résulte qu'il n'y a en ce moment que 122 chevaux employés par jour.

Mais dès que le temps devient favorable, le service se développe beaucoup et l'on n'est pas forcé seulement d'espacer de cinq minutes les départs, *il faut souvent faire partir ensemble deux voitures*.

Matériel. — Il n'existe qu'*un seul modèle de voiture*. L'intérieur est partagé en deux par une cloison, et la voiture est exactement symétrique par rapport à cette cloison, percée au milieu d'une porte *à coulisses*.

Il y a deux compartiments contenant chacun 8 places, l'un de 1[re] classe, l'autre de 2[e] classe. Aux deux extrémités de la voiture sont des plates-formes par lesquelles on peut entrer dans la voiture, et à chacune il y a une ferrure pour l'accrochage des traits des chevaux et une manivelle de frein.

Quand la voiture arrive au bout de sa course, on n'a pas besoin de la retourner, on détache les chevaux et on les attache du côté opposé.

A chaque extrémité de la voiture se trouve un escalier léger menant à l'impériale, où *il y a encore* 16 *places*.

En y comprenant les voitures en service, celles en réparation et celles en réserve, il n'y a en tout *que* 23 *voitures*.

EXPLOITATION.

Heures de départ et marche des voitures. — En ce moment, et depuis le 18 octobre dernier, voici comment le service est organisé :

La première voiture, qui commence le service, part du bois de la Cambre à sept heures du matin, et la dernière voiture en part à 9 heures 10 minutes. De Scharbeck, la première voiture part à 8 heures du matin et la dernière à 10 heures du soir.

De 7 heures du matin à midi, les départs du bois de la Cambre ont lieu de dix minutes en dix minutes ; de midi à 6 heures du soir ils ont lieu toutes les cinq minutes, et de 6 heures à 9 heures 10 minutes du soir ils n'ont plus lieu que toutes les dix minutes ; il en résulte que, quand les départs sont espacés de dix minutes, il n'y a que neuf voitures en service, et qu'il y en a dix-sept en marche quand les départs ne sont plus espacés que de cinq minutes.

Personnel des voitures. — Le personnel des voitures ne se compose *que du Conducteur et du Percepteur* ; le conducteur conduit la voiture, serre le frein quand il le juge nécessaire, et siffle à l'approche des stations ou pour avertir les piétons et les voitures qui sont devant lui. Le percepteur ne s'occupe que de faire payer les voyageurs et aide à leur entrée ou à leur sortie.

Les voitures s'arrêtent aux garages et aux stations. Elles *s'arrêtent aux stations pour*

laisser passer la première voiture qui vient à leur rencontre, mais elles ne s'arrêtent aux garages que le temps nécessaire pour le mouvement des voyageurs, et le conducteur repart s'il ne voit pas de voiture venir à sa rencontre ou stationner sur le garage qui est devant lui. *On prend en outre et on descend même en route, sur leur demande, les voyageurs.*

Prix des places. — Voici le tarif des prix appliqués pour les différents parcours : un parcours partiel fait entre deux limites doit être payé intégralement :

	1re CLASSE	2e CLASSE
Du bois à la chaussée de Vleurgat	0 fr. 15	0 10
De la chaussée de Vleurgat à la station Louise	0 15	0 10
Du bois à la station Louise	0 25	0 20
De la station Louise à la place Belliart	0 15	0 10
De la chaussée de Vleurgat à la place Belliart	0 30	0 20
Du bois à la place Belliart	0 40	0 30
De la place Belliart à la porte de Scharbeck	0 15	0 10
De la station Louise à la porte de Scharbeck	0 25	0 20
De la chaussée de Vleurgat à la porte de Scharbeck	0 40	0 30
Du bois à la porte de Scharbeck	0 50	0 40
De la porte de Scharbeck à la rue Téniers	0 15	0 10
De la place Belliart à la rue Téniers	0 25	0 20
De la station Louise à la rue Téniers	0 40	0 30
De la chaussée de Vleurgat à la rue Téniers	0 55	0 40
Du bois à la rue Téniers	0 65	0 50

Perception. — *Le prix moyen* perçu est de 9 c. 1/2 *pour la 1re classe et* 7 c. 3/4 *pour la 2e classe, par kilomètre.*

La perception du prix des places se fait au moment où le voyageur monte dans la voiture, et on lui remet en échange de son argent un certain nombre de coupons de 10, 15, 20 ou 25 centimes, formant ensemble le total payé.

Les enfants au-dessus de trois ans payent place entière. *L'impériale est comptée comme 2e classe, mais on fait payer comme de 1re classe les personnes qui restent debout sur les plates-formes* ou à *l'intérieur.*

TRAMWAYS DES FAUBOURGS DE BRUXELLES.

Le rail de ces tramways est différent de celui du bois de la Cambre, c'est un fer en U renversé.

Le Rail des Tramways des faubourgs pèse au mètre courant 10 *kilogrammes.*

Le rail est posé sur une longrine en bois de 0m,15 sur 0m,08 ; il est fixé au moyen de vis ; la longueur du rail est de 6 mètres. *Ces longrines reposent* sur des *traverses* de 0m,15 *sur* 0m,08 *de deux mètres de longueur* et espacées de deux mètres. Des équerres relient les longrines aux traverses et maintiennent l'écartement, qui est encore de 1m,50.

Ce genre de rail est assez primitif, car on obtient la rainure dans le passage même, ou en le traçant dans le macadam.

Les deux tronçons de tramways qui aboutissent à la station du Nord sont reliés sur la place des Nations par une courbe de 30 mètres de rayon et formant presque une demi-circonférence. *Dans cette courbe* le rail extérieur est conforme au profil ci-dessus, mais *le rail intérieur* est une *simple bande de fer plat.*

La traction sur ces chemins se fait encore par chevaux, les voitures sont les mêmes, sauf qu'il n'y a pas de séparation au milieu, de sorte qu'il n'y a qu'une classe unique. L'impériale a aussi été supprimée.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.

Un Cahier des charges réglemente les obligations du concessionnaire vis-à-vis de la Ville. Nous le reproduirons à la 14e section.

La ligne du bois de la Cambre est généralement considérée comme très-productive.

Actuellement les tramways de Bruxelles ne *parcourent* pas de *rues* ayant moins de *vingt mètres de largeur. Le projet d'extension* de ces lignes comprend des lignes situées dans des *rues ayant douze mètres* de largeur seulement.

En général, suivant les renseignements donnés par l'Ingénieur de la Ville, *les Tramways n'ont exercé aucune influence nuisible sur la surface des chemins traversés*; en quelques endroits seulement, ils ont formé obstacle à l'écoulement rapide des eaux. Mais on peut évidemment remédier avec facilité à cet inconvénient.

Les Tramways ne gênent en rien la circulation ordinaire.

§ 4. — NOTE SUR LES TRAMWAYS DE LONDRES.

Développement. — Tracé général. — Cent vingt milles (193 *kilomètres*) *sont concédés* : quarante milles (64 *kilomètres*) *seulement sont exécutés*. Les tramways déjà en circulation partent, sur la rive droite de la Tamise, des bords de la rivière, et s'étendent jusqu'aux extrémités de Londres, Sud, Sud-Est, et Sud-Ouest. Ceux de la rive gauche gagnent également les extrémités des faubourgs du Nord, Nord-Est et Nord-Ouest, mais ne partent que de points déjà fort éloignés de la Tamise. Il n'y en a pas encore dans les quartiers à circulation considérable qui bordent la Tamise sur une certaine profondeur depuis Brompton jusqu'à la Tour. Les omnibus ordinaires, les voitures et les Metropolitans et District railways paraissent suffire, quant à présent, pour ces quartiers qui forment le cœur même de la ville et comprennent la cité tout entière.

Disposition des voies suivant la largeur des rues.

La voie est partout de 4′ 8″ 1/2 (1m,436 comme pour les chemins de fer), comptés de l'intérieur d'une rainure du rail à l'intérieur de la rainure parallèle.

Dans les rues de 20 (6m,10) entre les bordures de trottoirs (il ne paraît pas qu'on ait autorisé l'installation des tramways dans des rues plus étroites) *la voie toujours unique* EST ÉTABLIE SUR LE COTÉ. La caisse du véhicule étant de 6′ 66″ (1m,98) de dehors en dehors, il ne reste, entre *la paroi* extérieure de *ladite caisse et la bordure la plus voisine que* 12″ (0m,305), figure 2. 12′ 6″ (3m,81) *sont disponibles pour le passage et le croisement de deux voitures sur le côté resté libre de la rue.*

Dans les rues de 21′ 6″ (6m,56) *le tramway à simple voie a été autorisé sur l'axe.* Il reste de chaque côté du véhicule 7′ 6″ (2m,29) pour le passage des voitures entre le tramway et le trottoir.

Dans les rues plus larges, 30′ (9m,15) *entre trottoirs et plus,* on a autorisé LE TRAMWAY A UNE SEULE VOIE ET A DEUX VOIES, suivant la demande du concessionnaire. Dans le cas d'une voie unique, on s'établit sur l'axe de la chaussée et il reste de chaque côté de la caisse jusqu'au trottoir 11′ 9″ (3m,10), suffisants pour le passage de deux voitures de front; quand on a double voie, l'axe des deux voies coïncide toujours avec celui de la chaussée. On a adopté 4′ (1m,22) *d'entrevoie; deux véhicules se croisant, il reste entre leurs caisses un espace libre de* 2′ 7″ (0m,79) suffisant à la rigueur pour qu'un piéton, qui n'a pas eu le temps de se garer, ne soit pas atteint au croisement. On a, de chaque côté, entre la caisse et le trottoir 7′ 2″ 1/2 ou 2m,19 pour le passage d'une seule voiture.

Dans le cas d'une simple voie, on établit, de distance en distance, un garage d'évitement, à aiguilles généralement fixes. Avec la double voie, les évitements sont inutiles. En certains points, on élargit l'entrevoie de ce qui est nécessaire pour laisser la place con-

venable d'un refuge ovale ou d'une place de voitures sur l'axe de la chaussée. Parfois, quand la rue se rétrécit sur une faible longueur, les deux voies se fondent en une seule pour redevenir distinctes un peu plus loin.

On tourne sans peine à angle droit et même à angle moindre, en déplaçant la voie, s'il le faut, de sa position normale, de manière à donner à la courbe 25 ou 30 mètres de rayon. Nous n'avons vu qu'en projet des lignes doubles ou simples se croisant ou se réunissant. Dans ce cas, les aiguilles de raccordement sont généralement mobiles, chaque conducteur descendant et poussant du pied celle qui donne entrée à la direction qu'il veut suivre.

Mode d'exploitation. Voitures. — Les voitures des tramways ne sauraient d'ailleurs dérailler sans effort, leurs roues comportant un boudin engagé dans une rainure correspondante du rail. *Ces voitures peuvent contenir* 40 *voyageurs* : 20 à l'intérieur, 20 sur l'impériale. Elles sont *traînées par deux chevaux.* Elles sont disposées d'une façon complétement symétrique, leur avant devenant arrière et réciproquement; quand de l'extrémité de la ligne on retourne vers son origine, les chevaux dételés de l'avant s'attellent à l'arrière immédiatement. Au cas de tramway à double voie, une fois à l'extrémité de la voie d'aller, on attelle les chevaux dans le sens du retour, et l'on dégage la voie qu'on vient de suivre en amenant la voiture par une jonction oblique à aiguille fixe sur l'origine de la voie de retour, et ainsi à l'autre extrémité. On se remet en route au bout de quelques minutes.

Le conducteur se tient debout sous un petit auvent, il a un frein sous la main. La porte devant laquelle il se trouve est fermée pendant le trajet, celle d'arrière, près de laquelle se tient le receveur, restant seule ouverte pour l'entrée et la sortie des voyageurs. On monte sur l'impériale par un escalier tournant sans contre-marches. Chaque voiture est éclairée, toujours à droite dans le sens de la marche, par une lampe à pétrole rendant visible un verre de couleur. Le conducteur serre le frein à chaque arrêt nécessaire, soit en pleine marche, au moindre signe du voyageur qui désire monter ou descendre, soit en certains points formant station. Il siffle d'une façon particulière, dans le cas où une *voiture marchant moins vite* que lui se trouverait *sur la voie* en avant de son attelage. *Il a le droit de réclamer l'intervention de la police si, au second coup de sifflet,* la voiture avertie ne se détourne pas.

Tarifs. Vitesse. — Les places sont tarifées proportionnellement à la DISTANCE PARCOURUE, tant de l'origine jusqu'à la première station ou tout point compris dans l'intervalle, tant jusqu'à la deuxième station ou tout point compris entre les deux premières stations. *On paye le même prix à l'intérieur et sur l'impériale,* 2 pences (0f,20) *pour* 1 *mille* 3/4 *environ ou* 2,000 *mètres, c'est-à-dire environ* 0f,07 par kilomètre. C'est sensiblement le même prix que dans le chemin de fer Metropolitan. *On marche à raison de* 12 *ou* 14 *kilomètres à l'heure; en cas de rampe atteignant* 0m,03 *par mètre,* si le pavé est gras et glissant, certains tramways se servent *un cheval de renfort,* monté par un enfant.

La voiture est large (1m,98), on passe sans difficulté entre les genoux de deux personnes assises en face l'une de l'autre. Elle est bien installée, très-douce et l'on a profité du relèvement du plafond qu'entraîne le double siége de l'impériale disposé sur l'axe, pour obtenir une surélévation à l'intérieur, commode pour la circulation et l'aération supérieure.

Mode de Construction. — Tous les tramways paraissent identiques quant à leur aspect extérieur.

La section des rails présente, sur une largeur totale de 0m,100, une bande plate et unie à l'extérieur de 0m,048, une ornière évasée de 0m,32 de largeur sur 0m,020 de profondeur et une bande plus petite avec stries de 0m,020 à l'intérieur. Cette barre de fer de 0m,045 d'épaisseur sur chaque rive n'a que 0m,035 à la partie centrale, le vide de 0m,080 de largeur sur 0m,010 de hauteur ainsi ménagé par-dessous étant rempli par le bois de la longrine entaillée sur les rives, sauf au joint, où la longrine est amincie sur toute sa largeur, et le bois enlevé remplacé par une plaque de fer de 0m,01 d'épaisseur sur 0m,31 de lon-

gueur, $0^m,155$ sous chaque rail. *Ce rail* ainsi évidé de 5, 6 et 7 *mètres de longueur pèse 50 livres au yard*, ce qui correspond à très-peu près à 25 *kilogrammes par mètre.*

Le rail affleure exactement le pavage. Les voies et l'entrevoie en cas de double voie sont généralement pavées; la bande pavée en raccord avec la chaussée, à l'extérieur de la voie de chaque côté a 1′ 6″ ($0^m,46$); elle est limitée par une ligne de pavés spéciaux, de queue boutisse, notablement plus grande que les pavés courants, si la chaussée est pavée. Si elle est macadamisée, cette bande est spécialement formée de gros pavés, de forte queue et de grande largeur, sorte de dalles en grès très-résistantes. Cette précaution est indispensable pour empêcher les ornières de se former, dans le macadam surtout, le long du rail du tramway; les voitures ordinaires ayant tendance à suivre la direction du rail en se plaçant aussi souvent à côté de lui que sur lui.

L'entretien d'une voie de tramway doit devenir pour ainsi dire nul pendant de longues années. Il convient donc de donner immédiatement à cette voie une assiette des plus solides. *L'établissement d'une couche de béton générale dans la largeur de la voie, de l'entrevoie s'il y a lieu, et des deux accotements, est, en conséquence, le plus souvent admis.* Dans le béton sont empâtées les pièces de support du rail, quelles qu'elles soient. Ces pièces portantes sont disposées de diverses façons.

A Londres, le rail est supporté par une longrine en sapin créosoté, posée de champ, de 4″ ($0^m,10$) pour la face portant le rail et de 6″ ($0^m,15$) dans l'autre sens; les deux longrines sont elles-mêmes portées sur des traverses de même essence, préparées à la créosote, de mêmes dimensions, $0^m,15$ sur $0^m,10$, mais posées de plat, sur le sol bien damé, au milieu du massif de béton qui les entoure sans les supporter. Ces traverses, qui ont 7 pieds de longueur ($2^m,14$), sont établies tous les 5 pieds ($1^m,50$), elles sont fixées aux longrines par des équerres en fonte à nervures centrales, clouées par des chevillettes sur la longrine par leur branche verticale, sur la traverse par leur branche horizontale. Simples et à l'extérieur de la voie dans certains cas, ces équerres sont doubles dans d'autres cas. Elles sont toujours doubles au joint de la longrine. Le rail est attaché sur la longrine par des vis à tête fraisée posées dans l'intérieur de l'ornière. *Il y a généralement une de ces vis* à l'aplomb de chaque traverse et une dans l'intervalle de deux traverses, c'est-à-dire par conséquent *tous les* $0^m,75$. Au joint du rail, on place dans la portion évidée des deux rails bout à bout une plaque métallique, et tout l'ensemble est fixé à la longrine par quatre vis, deux pour chaque bout de rail.

Le système appliqué pour les tramways de Birmingham et de diverses villes de Staffordshire se rapproche beaucoup de celui qui vient d'être défini. Il comporte cependant quelques différences qui le rendent plus économique. La voie et les accotements sont en macadam comme le reste de la chaussée.

La couche de béton, au lieu d'avoir toute l'épaisseur comprise entre le dessous de l'empierrement et l'assiette de la traverse, sur toute la largeur de la voie et de ses accotements, n'a entre les traverses que l'épaisseur même de cette pièce, mais s'infléchit sous chaque traverse, laquelle se trouve ainsi reposer sur une couche de béton de $0^m,04$ à $0^m,05$. Elle est d'ailleurs formée de deux bandes seulement, de deux pieds ($0^m,61$) de largeur chacune, régnant sous chaque file de rails. Les équerres fixant la traverse aux longrines sont simples, et sur une même file de rails elles sont alternativement à l'intérieur ou à l'extérieur de la voie ; il n'y a d'équerre double qu'au joint des longrines. Les vis de fixation du rail sur les longrines sont espacées de trois pieds ($0^m,91$).

Un autre système a été mis en œuvre à Londres. Le rail n'a en dessous qu'une seule saillie; par suite, la longrine n'est entamée que sur la rive intérieure. Il n'y a pas de traverse. Chaque longrine est portée sur des sabots en fonte, empâtés avec elle dans une couche générale de béton, régnant autour et au-dessous d'eux, jusqu'au-dessous du pavé.

Ces sabots sont posés tous les 4′ 6″ ($1^m,37$), en face l'un de l'autre, et tous les 13′ 6″ ($4^m,11$), c'est-à-dire de trois en trois intervalles, on en pose un de dimension

rampe, cette machine, qui traîne en palier un train du poids de 400,000 kilos, n'en remorquerait plus qu'un du poids de 44,440 kilos sur une rampe de $0^m,04$. Si nous retranchons de ce chiffre le poids mort du matériel, soit pour la machine 14,000 kilos, et 12,000 kilos pour les trois wagons formant le train, nous aurons un transport en poids utile de 18,440 kilos, tandis qu'à niveau il serait de 258,000 kilogrammes.

Nous admettons en principe que l'établissement d'un chemin de fer vicinal nécessitera rarement des rampes de plus de $0^m,04$, et que l'on pourra y réduire la largeur de la voie de manière à diminuer les dimensions du matériel fixe et du matériel roulant. Cette question de réduction, fort controversée en ce moment, à cause du transbordement, nous paraît cependant être dans beaucoup de cas une solution admissible pour les lignes d'intérêt local, qui n'auront que rarement, sinon jamais, à faire rouler leurs locomotives sur les lignes des grandes compagnies, et qui n'auront pas grands frais de transbordement, n'ayant la plupart du temps que des voyageurs et leurs colis à expédier.

Par suite, les acquisitions de terrains, les travaux d'art, l'établissement de la voie et le matériel roulant sont beaucoup moins coûteux, ce qui facilite les moyens de transport et les communications.

Il est évident que nous ne conseillerons pas la réduction de la voie pour des embranchements principaux des grandes lignes, car celles-ci appartiennent généralement à des compagnies riches, qui ne regardent pas à faire un peu plus de dépenses dans l'établissement de la voie, afin de pouvoir utiliser leur matériel ordinaire.

Pour en revenir aux résultats dont nous avons parlé plus haut, nous dirons qu'ils proviennent principalement du chemin vicinal de Lagny, voie de 1 mètre entre rails. Ce chemin se trouve actuellement rectifié, depuis qu'il a été déclaré d'utilité publique, et n'a plus de rampes au-dessus de $0^m,02$, ni de courbes au-dessous de 100 mètres de rayon. Mais avant cette rectification, c'est-à-dire lorsqu'il était spécialement affecté au service de ses propriétaires, il avait plusieurs rampes de $0^m,001$ à $0^m,04$, sur des longueurs de 50 à 900 mètres, et des courbes qui descendaient à 40 mètres de rayon.

Une locomotive-tender construite par la compagnie de Fives-Lille, et pesant 13,500 kilos en service, remorquait aisément dans tout le parcours des charges de 40 à 50 tonnes à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, avec un peu de ralentissement dans les courbes. Il existait même une rampe de $0^m,054$ sur 100 mètres de longueur et en courbe de 100 mètres de rayon, que la locomotive gravissait avec une charge de 30 tonnes. Cette rampe se trouvait sur un petit bout de ligne partant de la Marne et aboutissant à la gare de Lagny.

Le poids du rail est de 18 kilos le mètre courant : ce poids paraît convenable, car le rail, qui est à patin, se comporte parfaitement sous la charge du train.

Si de semblables résultats sont obtenus sur une ligne à voie réduite, il est clair qu'une locomotive construite sur le même modèle que celle dont nous nous occupons en ce moment, avec des dimensions proportionnelles à la voie de $1^m,50$, rendrait sur cette dernière les mêmes services.

Voici maintenant quelques données théoriques, applicables à tous les systèmes :

NOTE SUR LE CALCUL ET L'EFFORT DE TRACTION D'UNE LOCOMOTIVE

dont les conditions d'établissement sont connues.

Soient : F, l'effort de traction développé à la jante des roues motrices ;
D, le diamètre des roues motrices ;
P, la pression effective de la vapeur sur les pistons (c'est-à-dire la pression absolue diminuée d'une atmosphère) ;
d, le diamètre des cylindres ;
l, la course des pistons ;

Le travail développé dans l'un des cylindres pendant une course complète du piston sera de :

$$P \times \frac{\pi d^2}{4} \times 2I.$$

Le travail développé dans les deux cylindres sera le double :

$$2 \times \frac{P \times \pi d^2}{4} \times 2I, \text{ ou } P\pi d^2 I \qquad (a).$$

Le travail développé à la jante des roues motrices pendant une révolution complète des roues sera de :

$$F\pi D \qquad (b).$$

Les deux valeurs (*a*) et (*b*) sont évidemment égales entre elles.

On aura donc :

$$F\pi D = P\pi d^2 I.$$

D'où

$$F = \frac{Pd^2 I}{D}.$$

Si l'on applique cette équation, par exemple, au type à quatre roues de la maison Gouin, on aura, en remplaçant les lettres par leurs valeurs :

$$F = \frac{8 \times 1{,}03^{(1)} \times 32^2 \times 50}{120} = 3{,}515 \text{ kilogrammes.}$$

Le résultat ainsi obtenu est l'effort théorique dû à la pression effective de la vapeur sur les pistons. Le mécanisme de transmission absorbant environ les 35/100 de la puissance engendrée, l'effort de traction réel sera diminué d'autant. En définitive, il sera de

$$0{,}65 \times 3{,}515^k = 2{,}294 \text{ kilogrammes.}$$

Un effort det raction de 2,294 kilogrammes permettrait d'entraîner, sur une rampe de 0,015 par mètre, un convoi pesant :

$$\frac{2{,}294}{20} = 114{,}700 \text{ kilogrammes.}$$

La machine pesant en service 18,700 kilos,
Le poids brut du train pourrait être de 96 tonnes :
Dont, pour le service des voyageurs (169 tonnes), 20 tonnes,
Et pour le service des marchandises, 76 tonnes ou 5 wagons chargés à 10 tonnes.

§ 2. — LOCOMOTIVES-TENDERS

POUR VOIES RÉDUITES

Types du Creusot, de Fives-Lille, etc.

Pl. 14. — Fig. 3 et 4.

La réduction de la largeur des voies ferrées conduit à adopter des types de locomotives plus légères que celles qui fonctionnent sur les grandes lignes, et dont le tonnage et la disposition des pièces doivent être en rapport avec le service auquel elles sont destinées. Nous avons pu nous assurer par expérience de la bonne marche de celles que nous représentons, et nous en indiquons les conditions principales. Elles sont toutes munies de leurs caisses à eau et à combustible, disposées sur leurs côtés longitudinaux.

TYPE DE FIVES-LILLE.

Locomotive à 6 roues couplées, de la Compagnie de Fives-Lille.

Cette machine fait un service régulier de voyageurs et de marchandises sur la petite ligne de Lagny, en remorquant des charges de 40 à 50 tonnes, et, avant la récente recti-

(1) $1^k,03$ représente la valeur de la pression atmosphérique, s'exerçant sur une surface de un centimètre carré.

rampe, cette machine, qui traîne en palier un train du poids de 400,000 kilos, n'en remorquerait plus qu'un du poids de 44,440 kilos sur une rampe de $0^m,04$. Si nous retranchons de ce chiffre le poids mort du matériel, soit pour la machine 14,000 kilos, et 12,000 kilos pour les trois wagons formant le train, nous aurons un transport en poids utile de 18,440 kilos, tandis qu'à niveau il serait de 258,000 kilogrammes.

Nous admettons en principe que l'établissement d'un chemin de fer vicinal nécessitera rarement des rampes de plus de $0^m,04$, et que l'on pourra y réduire la largeur de la voie de manière à diminuer les dimensions du matériel fixe et du matériel roulant. Cette question de réduction, fort controversée en ce moment, à cause du transbordement, nous paraît cependant être dans beaucoup de cas une solution admissible pour les lignes d'intérêt local, qui n'auront que rarement, sinon jamais, à faire rouler leurs locomotives sur les lignes des grandes compagnies, et qui n'auront pas grands frais de transbordement, n'ayant la plupart du temps que des voyageurs et leurs colis à expédier.

Par suite, les acquisitions de terrains, les travaux d'art, l'établissement de la voie et le matériel roulant sont beaucoup moins coûteux, ce qui facilite les moyens de transport et les communications.

Il est évident que nous ne conseillerons pas la réduction de la voie pour des embranchements principaux des grandes lignes, car celles-ci appartiennent généralement à des compagnies riches, qui ne regardent pas à faire un peu plus de dépenses dans l'établissement de la voie, afin de pouvoir utiliser leur matériel ordinaire.

Pour en revenir aux résultats dont nous avons parlé plus haut, nous dirons qu'ils proviennent principalement du chemin vicinal de Lagny, voie de 1 mètre entre rails. Ce chemin se trouve actuellement rectifié, depuis qu'il a été déclaré d'utilité publique, et n'a plus de rampes au-dessus de $0^m,02$, ni de courbes au-dessous de 100 mètres de rayon. Mais avant cette rectification, c'est-à-dire lorsqu'il était spécialement affecté au service de ses propriétaires, il avait plusieurs rampes de $0^m,001$ à $0^m,04$, sur des longueurs de 50 à 900 mètres, et des courbes qui descendaient à 40 mètres de rayon.

Une locomotive-tender construite par la compagnie de Fives-Lille, et pesant 13,500 kilos en service, remorquait aisément dans tout le parcours des charges de 40 à 50 tonnes à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, avec un peu de ralentissement dans les courbes. Il existait même une rampe de $0^m,054$ sur 100 mètres de longueur et en courbe de 100 mètres de rayon, que la locomotive gravissait avec une charge de 30 tonnes. Cette rampe se trouvait sur un petit bout de ligne partant de la Marne et aboutissant à la gare de Lagny.

Le poids du rail est de 18 kilos le mètre courant : ce poids paraît convenable, car le rail, qui est à patin, se comporte parfaitement sous la charge du train.

Si de semblables résultats sont obtenus sur une ligne à voie réduite, il est clair qu'une locomotive construite sur le même modèle que celle dont nous nous occupons en ce moment, avec des dimensions proportionnelles à la voie de $1^m,50$, rendrait sur cette dernière les mêmes services.

Voici maintenant quelques données théoriques, applicables à tous les systèmes :

NOTE SUR LE CALCUL ET L'EFFORT DE TRACTION D'UNE LOCOMOTIVE

dont les conditions d'établissement sont connues.

Soient : F, l'effort de traction développé à la jante des roues motrices ;
D, le diamètre des roues motrices ;
P, la pression effective de la vapeur sur les pistons (c'est-à-dire la pression absolue diminuée d'une atmosphère) ;
d, le diamètre des cylindres ;
l, la course des pistons ;

Le travail développé dans l'un des cylindres pendant une course complète du piston sera de :

$$P \times \frac{\pi d^2}{4} \times 2l.$$

Le travail développé dans les deux cylindres sera le double :

$$2 \times \frac{P \times \pi d^2}{4} \times 2l, \text{ ou } P\pi d^2 l \qquad (a).$$

Le travail développé à la jante des roues motrices pendant une révolution complète des roues sera de :

$$F\pi D \qquad (b).$$

Les deux valeurs (*a*) et (*b*) sont évidemment égales entre elles.

On aura donc :

$$F\pi D = P\pi d^2 l.$$

D'où

$$F = \frac{Pd^2 l}{D}.$$

Si l'on applique cette équation, par exemple, au type à quatre roues de la maison Gouin, on aura, en remplaçant les lettres par leurs valeurs :

$$F = \frac{8 \times 1{,}03\,^{(1)} \times 32^2 \times 50}{120} = 3{,}515 \text{ kilogrammes.}$$

Le résultat ainsi obtenu est l'effort théorique dû à la pression effective de la vapeur sur les pistons. Le mécanisme de transmission absorbant environ les 35/100 de la puissance engendrée, l'effort de traction réel sera diminué d'autant. En définitive, il sera de

$$0{,}65 \times 3{,}515^k = 2{,}294 \text{ kilogrammes.}$$

Un effort det raction de 2,294 kilogrammes permettrait d'entraîner, sur une rampe de 0,015 par mètre, un convoi pesant :

$$\frac{2{,}294}{20} = 114{,}700 \text{ kilogrammes.}$$

La machine pesant en service 18,700 kilos,

Le poids brut du train pourrait être de 96 tonnes :

Dont, pour le service des voyageurs (169 tonnes), 20 tonnes,

Et pour le service des marchandises, 76 tonnes ou 5 wagons chargés à 10 tonnes.

§ 2. — LOCOMOTIVES-TENDERS

POUR VOIES RÉDUITES

Types du Creusot, de Fives-Lille, etc.

Pl. 14. — Fig. 3 et 4.

La réduction de la largeur des voies ferrées conduit à adopter des types de locomotives plus légères que celles qui fonctionnent sur les grandes lignes, et dont le tonnage et la disposition des pièces doivent être en rapport avec le service auquel elles sont destinées. Nous avons pu nous assurer par expérience de la bonne marche de celles que nous représentons, et nous en indiquons les conditions principales. Elles sont toutes munies de leurs caisses à eau et à combustible, disposées sur leurs côtés longitudinaux.

TYPE DE FIVES-LILLE.

Locomotive à 6 roues couplées, de la Compagnie de Fives-Lille.

Cette machine fait un service régulier de voyageurs et de marchandises sur la petite ligne de Lagny, en remorquant des charges de 40 à 50 tonnes, et, avant la récente recti-

(1) $1^k{,}03$ représente la valeur de la pression atmosphérique, s'exerçant sur une surface de un centimètre carré.

fication de cette ligne, montait avec facilité des rampes s'élevant jusqu'à 0m,06 par mètre, et passait dans des courbes de 50 mètres de rayon. Nous ne conseillons cependant pas d'établir fréquemment ces dernières, attendu que nous avons reconnu que des courbes d'un rayon inférieur à 100 mètres sont généralement nuisibles au matériel roulant, et obligent à trop ralentir la marche du train, que nous croyons pourtant ne devoir jamais dépasser la vitesse de 25 kilomètres à l'heure, et se maintenir à peu près à celle de 20 kilomètres.

Les réservoirs d'alimentation d'eau sont distants l'un de l'autre de 7 à 8 kilomètres.

La consommation de combustible est de 7 kilogr. de charbon-briquette par kilomètre.

Conditions principales d'établissement.

Diamètre des cylindres		0m,250
Course des pistons		0m,360
Diamètre des roues		0m,800
Timbre de la chaudière (pression effective par centimètre carré)		8k,25
Grille.	Longueur	0m,956
	Largeur	0m,666
	Surface	0m,63dée,67
Tubes.	Longueur entre les plaques tubulaires	2m,360
	Diamètre extérieur	0m,045
	Nombre	81
Surface de chauffe	du foyer	3m,60
	des tubes	25m,30
	totale	28m,90
Approvisionnement	en eau	1600 litres.
	en combustible	280 kil.
Poids de la machine vide		11300 kil.
Poids maximum de la machine en service		13500 kil.

La Compagnie de Fives-Lille a déjà construit sur ce modèle les locomotives suivantes :

6 locomotives pour le chemin de fer de Lagny.
2 — pour le chemin de fer de la sucrerie de Tavaux-Pontcéricourt.
2 — pour les Chemins agricoles du Vice-Roi d'Egypte.
2 — pour les Chemins Brésiliens.

§ 3. — LOCOMOTIVE A QUATRE ROUES COUPLÉES, DU CREUSOT.

Pl. 14. — Fig. 1 et 2.

Ce type a été exécuté pour différentes largeurs de voie, depuis 0m,75 jusqu'à 1m,08, et se trouve adopté dans les exploitations industrielles ou agricoles, dans celles des mines, dans les travaux de terrassements, et pour certaines lignes Départementales. Notre dessin représente la machine pour une voie de 0m,80 entre rails. (*Fig.* 2.)

Conditions principales :

Boîte à feu.	Longueur de la grille	0m,616
	Largeur	0m,486
	Surface	0m,300
	Hauteur du ciel du foyer au-dessus de la grille	0m,920
	Longueur extérieure de la boîte à feu	0m,760
	Largeur — —	0m,630
Corps cylindrique.	Diamètre du corps cylindrique (grande virole)	0m,760
	Longueur — — —	1m,700
	Du dessus du rail à l'axe de la chaudière	1m,150

Surface de chauffe.	Nombre de tubes	73
	Longueur des tubes entre les plaques tubulaires	$1^{m},780$
	Diamètre intérieur des tubes	$0^{m},035$
	Surface des tubes	$14^{mq},32,60$
	— du foyer	$2^{mq},17,40$
	— de chauffe totale	$16^{mq},50,00$
Capacités.	Eau dans la chaudière, $0^{m},10$ au-dessus du foyer	$0^{m3},730$
	Vapeur	$0^{m3},270$
	Capacité totale	$1^{m3},000$
	Numéro du timbre	9 at.
Cheminée.	Diamètre intérieur de la cheminée	$0^{m},205$
	Hauteur au-dessus de la boîte à fumée	$0^{m},961$
	— au-dessus du rail	$2^{m},500$
Alimentation.	Un injecteur Giffard donnant à l'heure	$0^{m3},400$
Distribution de vapeur.	Section d'ouverture maxima du régulateur	$0^{m2},0035$
	Diamètre intérieur du tuyau de prise de vapeur	$0^{m},070$
	Section du tuyau de prise de vapeur	$0^{m2},003850$
	Diamètre intérieur des conduites allant à chaque cylindre	$0^{m},050$
	Section des conduites allant à chaque cylindre	$0^{m2},001960$
Échappement.	Section du tuyau d'échappement	$0^{m2},003260$
	— de l'ouverture des valves (minima)	$0^{m2},001350$

Mécanisme de distribution :

Mécanisme de distribution.	D'axe en axe des tiges de tiroirs		$1^{m},170$
	— des coulisses de distribution		$1^{m},360$
	Angle d'avance		30°
	Avance linéaire à l'introduction (minima)		$0^{m},0005$
	— — (maxima)		$0^{m},003$
	Recouvrement intérieur de chaque côté		$0^{m},002$
	— extérieur de chaque côté		$0^{m},0095$
	Maximum d'introduction en centième de course		78
	Minimum — —		12
	Rayon d'excentricité		$0^{m},0225$
	Course des tiroirs		$0^{m},045$
	Lumière d'admission.	Largeur	$0^{m},016$
		Longueur	$0^{m},160$
		Section	$0^{m2},002560$
	Lumière d'émission.	Largeur	$0^{m},030$
		Longueur	$0^{m},160$
		Section	$0^{m2},0048$
Mouvement de transmission.	Tiroir	Largeur	$0^{m},111$
		Longueur	$0^{m},200$
		Surface	$0^{m2},0222$
	D'axe en axe des cylindres		$1^{m},150$
	Diamètre des cylindres		$0^{m},204$
	Course des pistons		$0^{m},360$
	Longueur de la bielle motrice		$1^{m},200$
	Diamètre du tourillon du bouton moteur de la manivelle		$0^{m},050$
	Largeur — — —		$0^{m},060$
	D'axe en axe des bielles d'accouplement		$1^{m},004$
	Diamètre des tourillons des boutons de manivelle d'AV.		$0^{m},044$
	Largeur — — — d'AR.		$0^{m},040$

Mouvement de transmission.	Diamètre des tourillons d'accouplement des manivelles motrices	0m,056
	Largeur des tourillons d'accouplement des manivelles motrices	0m,040
	Diamètre de calage des boutons moteurs	0m,064
	— — d'accouplement	0m,050

Châssis et roues.

Châssis.	Ecartement extérieur des longerons	0m,706
	Hauteur des longerons	0m,150
	Epaisseur des longerons	0m,016
Roues.	Diamètres des quatre roues au contact	0m,760
	Écartement des essieux	1m,250
	Écartement intérieur des bandages	0m,750
Essieux.	Diamètres au milieu	0m,086
	— des fusées	0m,090
	Longueur —	0m,120
	Diamètre de calage	0m,095
	Longueur —	0m,100
Ressorts de suspension.	D'axe en axe des tiges de suspension d'AV	0m,530
	— — d'AR	0m,530
	Largeur des lames	0m,050
	Épaisseur —	0m,008
	Nombre —	8
Ressorts de traction.	D'axe en axe des tampons	1m,150
	Largeur des lames	0m,050
	Épaisseur	0m,010
	Nombre	6

Caisses d'approvisionnement.

Caisses à eau.	Largeur des caisses (intérieurement : moyenne)	0m,288
	Hauteur — —	0m,694
	Longueur — —	1m,770
	Capacité des deux caisses	0m3,700
Caisse à charbon.	Largeur d'une caisse	0m,305
	Hauteur —	0m,746
	Longueur —	0m,700
	Capacité —	0m3,160

Poids.

Machine vide.	Roues d'avant	2,520 kil.	5,210 kil.
	— d'arrière	2,690 kil.	
Machine en charge.	Roues d'avant	3,275 kil.	6.610 kil.
	— d'arrière	3,335 kil.	

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES LOCOMOTIVES-TENDERS

Pour chemins de fer d'Intérêt local

Construites par le CREUSOT.

TYPES.	1.	2.	3.	4.
Surface de grille	$1^{m2},26$	$1^{m2},73$	$0^{m2},73$	0^{m2} 595
Surface de chauffe du foyer	$7^{m2},74$	$7^{m2},06$	$4^{m2},83$	$3^{m2},000$
Surface de chauffe des tubes	$111^{m2},15$	$82^{m2},44$	$55^{m2},66$	$26^{m2},000$
Surface de chauffe totale	$120^{m2},15$	$91^{m2},23$	$61^{m2},22$	$29^{m2},595$
Pression effective de la vapeur en kilogrammes	9	9	9	9
Diamètre des cylindres	$0^{m},440$	$0^{m},400$	$0^{m},350$	$0^{m},280$
Course des pistons	$0^{m},600$	$0^{m},600$	$0^{m},440$	$0^{m},400$
Diamètre des roues	$1^{m},200$	$1^{m},310$	$1^{m},000$	$0^{m},800$
Poids sous les roues motrices au départ	$12,700^{k}$	$11,700^{k}$	$9,000^{k}$	$7,000^{k}$
Traction calculée avec coefficient de 0,70 de la pression effective de la vapeur	$6,100^{k}$	$4,615^{k}$	$3,395^{k}$	$2,470^{k}$
Nombre d'essieux	3	3	3	2
Poids de la machine vide	$29,000^{k}$	$27,000^{k}$	$21,000^{k}$	$11,000^{k}$
Poids de la machine au départ	$38,000^{k}$	$35,000^{k}$	$27,000^{k}$	$14,000^{k}$
Poids de la machine à l'arrivée	$31,300^{k}$	$29,000^{k}$	$22,500^{k}$	$11,750^{k}$
Prix de la machine au Creusot	—	—	—	—

§ 4. — LOCOMOTIVES DE M. CORPET

CONSTRUCTEUR A PARIS.

Pl. 14. — Fig. 5 à 8.

M. CORPET, successeur de M. ANJUBAULT, a organisé des ateliers de construction spéciaux pour les locomotives des chemins dont nous nous occupons : nous donnons deux de ses types principaux : l'un du plus fort et l'autre du plus faible tonnage.

1° *Locomotive à 6 roues, dont 4 couplées.*

Cette machine, destinée aux travaux de terrassement qui doivent être exécutés sur une ligne à la voie de $1^{m},20$ entre axes des rails, comporte une disposition spéciale de ressorts de suspension. Ainsi ces derniers, au lieu de se trouver au-dessus des roues, sont placés au-dessous ; et cette disposition est nécessitée par la force même de la machine, qui est assez élevée pour une voie réduite, et oblige d'avoir un corps cylindrique de chaudière d'un diamètre assez considérable, ce qui laisse peu de place entre la chaudière et les longerons. Du reste, lorsque la voie est bien entretenue, cette disposition de ressorts est avantageuse, en ce sens qu'elle permet d'abaisser notablement le centre de gravité de la machine, et d'en rapprocher les organes essentiels les uns des autres. Un seul tampon est placé au milieu de chaque traverse extrême du châssis, et se trouve monté sur ressorts Belleville.

Conditions principales :

Diamètre des cylindres	$0^{m},340$
Course des pistons	$0^{m},500$
Diamètre extérieur des tubes	$0^{m},040$
Nombre de tubes	142

Surface du foyer	$4^{m},57$
— des tubes	$45^{m},43$
— totale de chauffe	$50^{m},00$
— de grille	$0^{m2},74$
Volume d'eau dans les deux caisses à eau	$3^{m3},500$
— de coke dans les deux caisses à combustibles	$1^{m3},200$
Poids de la machine vide	19,000 kil.
— en service	23,800 kil.
Prix	

2° *Locomotive à 4 roues couplées.*

Cette machine est d'une construction ordinaire, qui se rapproche sensiblement de celle du Creusot : elle n'a, comme la précédente, qu'un tampon à chaque extrémité, monté sur ressorts Belleville. Une troisième caisse à eau est disposée sous le tablier.

Conditions principales :

Diamètre des cylindres	$0^{m},160$
Course des pistons	$0^{m},300$
Diamètre extérieur des tubes	$0^{m},030$
Épaisseur —	$0^{m},0015$
Nombre —	85
Surface du foyer	$2^{m2},50$
— des tubes	$9^{m2},00$
— totale de chauffe	$11^{m2},50$
— de grille	$0^{m2},28$
Poids de la machine vide	5,000 kil.
— en charge	6,400 kil.
Prix	

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES LOCOMOTIVES-TENDERS

Pour chemins de fer d'Intérêt local

Construites par la maison CORPET-ANJUBAULT.

TYPES-N^{os}.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Nombre des roues motrices (toutes les roues sont couplées)	6	6	4	4	4	4
Diamètre des roues	$1^{m},100$	$1^{m},000$	$1^{m},000$	900	900	800
Diamètre des cylindres	400	340	320	280	250	200
Course des pistons	520	500	500	450	400	400
Surface de chauffe	$7^{m}5^{2}$	51^{m2}	44^{m2}	31^{m2}	25^{m2}	15^{m2}
Volume d'eau de la caisse	$5^{mc},000$	$3^{mc},50$	$3^{mc},50$	$2^{mc},30$	$2^{mc},10$	$1^{mc},80$
Puissance en chevaux	170	115	9	55	40	25
Poids de la machine vide	$25,000^{k}$	$19,000^{k}$	$17,000^{k}$	$13,000^{k}$	$11,000^{k}$	$8,000^{k}$
Prix marchand	$44,000^{f}$	$34,000^{f}$	$30,000^{f}$	$24,000^{f}$	$21,500^{f}$	$16,000^{f}$

§ 5. — CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES LOCOMOTIVES-TENDERS

Pour chemins de fer d'Intérêt local

Construites par la maison GOUIN

	MACHINES-TENDERS A	
	4 ROUES.	6 ROUES.
Surface de grille	$0^{m2},613$	$0^{m2},870$
Surface de chauffe	$39^{m2},300$	$56^{m2},730$
Tension absolue de la vapeur (la tension effective est moindre d'une atmosphère)	9	9
Diamètre des cylindres	$0^{m},300$	$0^{m},400$
Surface des pistons	803^{cq}	$1,256^{cq}$
Course des pistons	$0^{m},500$	$0^{m},500$
Diamètre des roues	$1^{m},200$	»
Nombre de roues motrices (toutes les roues sont couplées)	4	6
Traction théorique par atmosphère effective	439^{k}	666^{k}
Traction calculée avec coefficient de 0,65 de la pression effective	2,294	$3,466^{k}$
Poids de la machine vide	$15,000^{k}$ à $15,600^{k}$	$19,600^{k}$ à $20,300^{k}$
Eau dans la chaudière	1,100	1,700
Capacité des caisses à eau	1,800	3,500
Soute à combustible	500	1,300
Poids de la machine en charge de service	18,400 à 19,000	26,100 à 26,800
Prix marchand suivant les conditions d'exécution	$25,000^{f}$ à $27,000^{f}$	$34,000^{f}$ à $37,000^{f}$

§ 6. — CHEMIN DE FER DU MONT-CENIS

A RAIL CENTRAL.

Locomotive FELL.

Pl. 15. — Fig. 1, 2, 3, 4.

En attendant l'achèvement du grand souterrain des Alpes et de ses abords, M. J. B. FELL avait proposé aux gouvernements français et italien, au nom de MM. Brassey et Cie, de construire un chemin de fer par-dessus le Mont-Cenis, entre Saint-Michel et Suze.

M. FELL n'avait demandé de subvention à aucun des deux gouvernements, car la Compagnie dont il fait partie comptait tirer de ce travail, indépendamment de l'amortissement et de l'intérêt du capital dépensé, des bénéfices importants, pendant le temps qui devait s'écouler jusqu'à l'achèvement du souterrain, *et que l'on croyait alors beaucoup plus long qu'il ne l'a été en effet*. La concession de ce chemin ayant été accordée par les gouvernements, les tarifs suivants ont été établis :

Par voyageur, coupé	27 fr.
— première classe	25
— deuxième classe	22
— troisième classe	18
Par tonne de marchandises, grande vitesse	77
— — petite vitesse	40
Marchandises hors classe de 20 à	30

Mais les pentes étaient telles qu'elles ne pouvaient être franchies par aucune locomotive

des systèmes ordinaires, c'est-à-dire ne prenant que par leur poids l'adhérence nécessaire entre les roues et les rails. On pensa que le meilleur moyen d'obtenir l'adhérence supplémentaire serait d'adopter un système breveté depuis longtemps, mais jamais appliqué, qui consiste à poser entre les deux rails ordinaires un troisième rail sur lequel agissent des roues horizontales disposées sous la machine. En conséquence, un type de machine fut construit d'après un des nombreux dessins brevetés et décrits par M. FELL; il possède deux paires de roues horizontales, ainsi que deux paires de roues verticales.

Une ligne d'essai fut construite sur le Mont-Cenis, entre Lanslebourg et le sommet. Elle commençait à la hauteur de 1,622 mètres au-dessus du niveau de la mer, et se terminait à une élévation de 1,773 mètres. Elle avait près de 2 kilomètres de longueur, la pente moyenne sur toute cette longueur était de $0^m,077$ par mètre, la pente maxima étant de $0^m,083$. Elle passait autour d'un angle aigu formé par la route, et réunissait deux zigzags de la rampe, avec une courbe d'un rayon de 40 mètres environ. Excepté en cet endroit, elle était placée sur le côté extérieur de la route, occupant une largeur de $3^m,50$ à 4 mètres, et réservant 5 mètres au moins de libres pour la circulation sur la route.

Cette ligne d'essai avait été à dessein construite sur le point le plus difficile de la partie de la route, où l'on se proposait de laisser la voie non couverte; et elle a été éprouvée complétement, relativement aux difficultés provenant de la neige, par les très-mauvais temps qui ont régné dans la première partie de l'année où s'est faite l'expérience. On pouvait à peine s'attendre à un aussi bon résultat. L'adhérence s'est trouvée, en hiver, meilleure que celle sur laquelle on peut compter en été. Cela tient à ce que la neige étant enlevée des rails, dans les mauvais temps, les laisse secs et dans de bonnes conditions, tandis que la poussière de la route, surtout quand elle est mélangée d'eau, les rend relativement gras et glissants pendant la demi-saison.

Cette voie fut posée à l'écartement de $1^m,10$ entre rails à deux champignons inégaux, pesant environ 36 kilos par mètre courant. Les rails extérieurs étaient éclissés aux joints et supportés par des coussinets en fonte, chevillés à la manière ordinaire sur des traverses en bois espacées d'environ 1 mètre. A part les fortes pentes et les courbes raides, la seule particularité que présentait cette voie consistait dans l'addition d'un rail central (du même profil que les rails extérieurs), qui était posé à plat dans l'intervalle des deux autres, et à une hauteur de $0^m,187$ au-dessus de leur niveau. Ce rail était porté par des coussinets (les uns en fer, les autres en fonte); ceux de joint pesant 10 kilos, les intermédiaires 8 kilos.

Ces coussinets furent posés à l'écartement de $1^m,80$ dans les parties droites, et de $0^m,60$ à $0^m,90$ dans les courbes; les joints du rail central étaient éclissés. Sur la voie définitive les coussinets sont espacés de $0^m,90$ dans les parties droites, et de $0^m,45$ dans les courbes; de plus, ils sont fixés à une longrine sur laquelle ils reposent au moyen de boulons verticaux. La longrine a $0^m,20$ sur $0^m,30$, et elle est fixée aux traverses.

La longueur de la ligne expérimentale était de 1,960 mètres; les parties en courbe formaient un total de 850 mètres; sur ce nombre, 450 mètres présentaient des rayons de courbure qui variaient entre 40 et 84 mètres; sur les 400 autres mètres, le rayon minimum était de 100 mètres.

Sur la ligne entière, entre Saint-Michel et Suze, la longueur en courbe est, proportion gardée, beaucoup moindre. La pente moyenne (en supposant le point de faite au milieu) est de $0^m,039$. La pente la plus forte est de $0^m,83$. Un troisième rail est placé partout où la pente dépasse $0^m,040$. M. FELL a réduit les rampes dans les courbes les plus raides en reportant les différences de niveau sur les parties droites contiguës, sans dépasser pourtant la pente de $0^m,083$. Par cet artifice, la résistance à la traction dans les courbes les plus raides est sensiblement diminuée, et cette résistance dans les différentes parties de la ligne est plus uniforme, les courbes alternant d'une pente à l'autre ne coïncidant jamais avec les pentes les plus fortes.

Il y a dix passages à niveau, dont six en pente plus forte que $0^m,040$. Sur quelques-uns

de ces passages le rail central est complétement supprimé, sur les autres on a établi des plans inclinés qui permettent aux véhicules et aux animaux de traverser le chemin de fer.

DESCRIPTION DE LA LOCOMOTIVE FELL.

Pl. 14. — Fig. 1 à 4.

L'étude en a été faite en vue de trois objets principaux : 1° obtenir la plus grande puissance jointe au plus faible poids, de manière à se réserver la plus grande marge possible pour la charge à remorquer sur les fortes pentes; 2° obtenir une adhérence supplémentaire, indépendamment du poids, au moyen de roues horizontales pressées contre le rail central par des ressorts agissant sur leurs boites à graisse; 3° circuler à faible vitesse dans les courbes les plus raides.

Elle est en partie construite en acier. Son poids vide est de 13 tonnes 500 kilog. : avec son approvisionnement complet de combustible et d'eau, elle pèse 17.374 kilos, soit un poids moyen de 16.460 kilos. Le mécanisme complet des roues horizontales et accessoires pèse 2.690 kilos.

La chaudière a $2^m,512$ de longueur, $1^m,962$ de diamètre et contient 158 tubes de $0^m,0375$ de diamètre extérieur. Le foyer et les tubes donnent ensemble une surface de chauffe de $55^{m2},9860$; la surface de grille est de $0^{m2},9300$. Les cylindres sont au nombre de 2; leur diamètre est de $0^m,380$; la course des pistons est de $0^m,406$: ils agissent à la fois sur deux groupes de roues, 4 horizontales et 4 verticales; chaque groupe se compose de 4 roues couplées de $0^m,685$ de diamètre. L'écartement des centres des roues verticales est de $2^m,092$, celui des roues horizontales de $0^m,708$. La pression maxima de la vapeur dans la chaudière est de 8 atmosphères, celle effective sur les pistons est de 5.

Son mécanisme est facile à entretenir, et la pression sur les roues horizontales peut être réglée à volonté par le mécanicien du haut de la plate-forme. La pression est appliquée au moyen d'une tige en fer portant deux pas de vis à filets opposés, et qui agit sur deux châssis placés de part et d'autre du rail central; ces châssis sont eux-mêmes en relation avec des ressorts en spirale qui pressent les roues horizontales contre le rail. Pendant les premiers essais, la pression était de 2 tonnes 1/2 par roue horizontale, soit 10 tonnes en tout; aujourd'hui la pression maxima, et qui peut être appliquée s'il est nécessaire, est de 6 tonnes par roue, soit 24 tonnes pour les quatre. Chaque piston porte une double tige, une à l'avant, une autre à l'arrière du cylindre; la première transmet son mouvement par un renvoi aux roues verticales; les roues horizontales sont menées directement par la seconde tige. Tout le système des roues horizontales fonctionne parfaitement.

La ligne expérimentale fut remontée, la machine remorquant 16 tonnes en 3 wagons en 6 minutes 1/4, ce qui correspond à une vitesse de 17 kilomètres à l'heure. (Le programme pour les trains express n'admet qu'une vitesse de 12 kilomètres à l'heure.) La pression de la vapeur dans la chaudière descendit de $6^{at.},8$ à $6^{at.},5$; et le niveau de l'eau dans le tube descendit de $0^m,075$, la chaudière n'ayant été alimentée que pendant la dernière partie de cette expérience. La machine a développé, non compris la résistance des courbes, un travail d'environ 177 chevaux; ajoutant 10 p. 100 pour la résistance des courbes, on arrive à 195 chevaux, soit plus de 12 chevaux de force par tonne du poids de la machine, et en tout près de 60 chevaux de plus que n'aurait consommé la traction de la même charge sur le même profil, à la vitesse de 12 kilomètres, inscrite au programme.

En comptant $0^{m2},3690$ de surface de chauffe par force de cheval, cette machine peut développer d'une manière continue un travail de 150 chevaux, soit 45 de moins que le travail obtenu dans l'expérience ci-dessus sur un faible parcours, mais beaucoup plus qu'elle n'en doit produire pour rester dans les conditions du programme. Effectivement, un train léger, portant les dépêches avec 50 voyageurs, traîné par une seule machine,

effectue facilement le voyage de Saint-Michel à Suze en quatre heures, au lieu de quatre heures et demie.

Dans une autre expérience, avec 1/3 de la pression maxima, la machine se mouvait seule sur une rampe de $0^m,080$. La résistance des wagons et voitures étant proportionnellement beaucoup plus faible que celle d'une locomotive, cette machine peut *a fortiori* traîner une charge brute égale à trois fois son poids, soit 48 tonnes, sur la même pente. la pression étant supposée portée à son maximum de 8 atmosphères.

VOITURE A VOYAGEURS DU MONT-CENIS.

La voiture à voyageurs a $3^m,650$ de longueur sur $1^m,924$ de largeur. Elle a un passage au milieu, entre les deux banquettes, qui contiennent chacune 6 places. Les roues ont $0^m,683$ de diamètre; une d'elles par paire est folle sur l'essieu. Chaque véhicule est muni d'un frein ordinaire, et plusieurs, par train, portent des freins de sûreté agissant sur le rail central.

Les résultats de ces expériences ont une grande importance pour l'avenir de la construction des chemins de fer dans les pays de montagnes. Nous allons essayer de le faire comprendre par quelques rapides observations.

Toutes les fois qu'il s'agit de faire traverser une chaîne de montagnes par une ligne de chemin de fer, le problème qui se pose, et dont nous avons déjà indiqué l'importance, est celui de savoir s'il est plus économique de franchir les cols à leur niveau, ou d'établir un souterrain d'une longueur plus ou moins grande. Après s'être rendu compte avec soin de la dépense de construction et des frais d'exploitation qu'entraînera le trafic sur lequel on peut compter, il faut déterminer jusqu'à quel niveau on doit s'élever, et quelle longueur de souterrain il en résultera suivant les différents cas; l'élément le plus important de ce calcul est la limite de rampe au-dessous de laquelle on doit se tenir pour avoir une exploitation à la fois sûre et économique.

M. Fell a démontré par ses expériences (1) que les pentes de 1/12 à 1/15 (0,066 à 0,083) peuvent être, par le moyen du rail central, substituées aux pentes de 1/25 à 1/30 (0,033 à 0,040) auxquelles on s'est arrêté jusqu'ici; il a montré aussi que ce système permet de circuler plus sûrement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent dans des courbes plus raides que celles usitées antérieurement. En d'autres termes, il a prouvé qu'étant donnée une différence de niveau à franchir, on peut *réduire de moitié* la longueur du développement nécessaire, et de plus d'*un tiers* la dépense de construction. En effet, quoique la voie de fer doive être plus coûteuse, puisqu'elle reviendra moyennement à 50,000 francs, au lieu de 30 à 35,000 francs par kilomètre de voie simple, cependant l'adoption de pentes plus fortes et courbes plus raides, dans les points difficiles, permettra de réduire, ou même d'éviter les tranchées ou les remblais, et les travaux en général en deviendront moins coûteux.

De leur côté, les frais d'exploitation et d'entretien, pour une même différence de niveau à racheter, seront également réduits, la longueur de la ligne étant diminuée de moitié, et la vitesse des trains pouvant être aussi réduite; car, pour atteindre le sommet dans le même temps, une vitesse moitié suffira, et, à cette vitesse ainsi réduite, il ne faudra pas, pour remorquer les mêmes trains (machines comprises), une plus grande consommation de travail mécanique que dans le premier cas; d'un autre côté, l'adhérence des machines se trouvant doublée, moyennant une augmentation de moins d'un sixième de leur poids, la charge utile des trains s'en trouvera considérablement augmentée.

La dépense de traction, qui ne doit pas varier sensiblement, puisqu'il s'agit, dans les deux cas, d'élever les mêmes charges brutes à une même différence de niveau, se trouvera réduite, si on la rapporte au poids utile, par l'augmentation de ce poids; les autres

(1). Nous résumons ici l'argumentation des ingénieurs qui ont appliqué ce système, principalement M. Desbrière.

dépenses d'exploitation diminueront aussi, dans une certaine mesure, par la réduction dans l'usure et la fatigue du matériel, qu'entraînera la réduction de vitesse.

Par ces motifs, les tracés franchissant les cols à leur niveau deviendront aujourd'hui plus faciles, plus rapides d'exécution et plus avantageux comme exploitation qu'ils ne l'ont été jusqu'à présent.

DÉPENSE TOTALE DE LA LIGNE PROVISOIRE.

Le chemin provisoire a coûté 8,000,000 de francs, soit environ 104,000 francs par kilomètre, tandis que le tracé avec souterrain a coûté environ, en y comprenant les intérêts à 6 p. 100 pendant la construction, 135,000,000 de francs, soit environ 2,000,000 de francs par kilomètre; cette dernière ligne présente une longueur de 68 kilomètres et un maximum de pente de 1/28 (0,035); sur moitié de la longueur du souterrain, la pente est de 1/45,5 (0,022); la pente moyenne, pour toute la longueur, est de 1/46 ou (0,0247); la ligne provisoire, au contraire, n'a que 77 kilomètres de longueur et des pentes maximum de 1/12 (0,083); la différence de niveau entre les deux points les plus élevés des deux tracés est de 840 mètres, et la durée du parcours entre Saint-Michel et Suze est, compris les arrêts, d'environ trois heures par le souterrain, et quatre heures et demie par le col.

On peut admettre que la dépense de construction d'une ligne définitive, avec voie plus large et courbes moins raides, serait à peu près égale à *trois fois celle de la ligne provisoire,* soit environ 312,000 francs par kilomètre; l'excès des dépenses d'exploitation résultant de la différence de niveau de 840 mètres, évaluée avec une circulation dix fois plu grande que celle qui a lieu actuellement sur le Mont-Cenis, et en admettant une dépense moyenne de traction de 25 centimes par force de cheval et par heure (dépense constatée sur les lignes du Semmering et de Giovi), représente à l'intérêt de 6 p. 100 un capital de 203,000 francs par kilomètre. Ces deux sommes ajoutées ensemble donnent 515,000 francs par kilomètre, soit un peu plus du quart de la dépense estimée plus haut à 2,000,000 de francs par kilomètre pour le tracé du souterrain.

Cette estimation serait sans doute modifiée par les circonstances locales; mais ce n'en est pas moins une évaluation aussi rapprochée que possible de l'avantage qu'on peut trouver, dans le cas où l'on ne peut recourir aux plans inclinés avec câbles et machine fixe, à adopter pour les chemins de fer des pentes plus fortes que celles considérées jusqu'à présent comme abordables, en recourant au système de M. Fell.

AVANTAGES DU RAIL CENTRAL.

Le rail central ne sert pas seulement à rendre la machine capable de remorquer son train sur des pentes exceptionnelles, mais il donne aussi les moyens d'appliquer le système de frein le plus énergique pour modérer la vitesse, ou pour arrêter à la descente tout véhicule qui se serait dételé; enfin, par le moyen des galets directeurs dont sont munis les différents véhicules, il agit comme la sauvegarde la plus puissante pour empêcher machine, voitures ou wagons de dérailler par suite de déteriorations survenues à la voie, ou bien au matériel roulant. Avec un entretien convenable, les parties les moins dangereuses de ce chemin de fer sont certainement celles où, la pente dépassant 1/25 (0,040), on doit ajouter le troisième rail.

POSE ET EMPLOI DU RAIL CENTRAL.

La pose et l'emploi du rail central ne présente pas de difficultés sérieuses; il est facile également d'en établir la continuité de manière à prévenir tout accident qui serait dû soit à sa faiblesse, soit à celle de ses attaches. La seule question est de savoir s'il n'y aurait pas lieu d'étendre son application aux pentes inférieures à 1/25 (0,40).

Il semble qu'il y aurait avantage à le faire, non-seulement en vue d'accroître l'adhérence, sans augmenter le poids en proportion, mais aussi en vue d'assurer plus complé-

tement la sécurité, particulièrement dans les courbes, en cas de glissement, ou de tendance au déraillement.

DISCUSSION DE QUELQUES OBJECTIONS.

Il est important de remarquer que le système du rail central ne peut en aucune façon prétendre, sauf pour des cas exceptionnels et très-rares, à l'application sur les lignes existantes : dans les limites de pente usuelles et modérées la locomotive ordinaire sera toujours l'instrument le plus parfait. Le rail central ne doit avoir pour mission que d'étendre l'emploi de cet appareil au delà des bornes qui lui sont actuellement posées.

La complication du système à rail central, l'excès de résistance qu'il occasionne, font plus que compenser les faibles économies d'effort de traction qu'il procure, quand on ne dépasse pas les limites de rampe actuellement admises.

Mais il est inexact d'étendre ce dernier raisonnement au delà de toute limite, et de prétendre, ainsi que l'ont fait quelques ingénieurs à propos des essais du Mont-Cenis, que la locomotive ordinaire serait, dans les conditions de pentes et de courbes spéciales à cette traversée, tout aussi économique que la machine à rail central; il nous paraît facile de réfuter cette opinion.

Elle est fondée, devons-nous dire d'abord, sur le fait que l'adhérence sur laquelle on peut toujours compter, même en pays de montagne, ne serait jamais inférieure à 0,14. Ce fait paraît admis en principe par des ingénieurs très-expérimentés assurément, mais nous le contestons absolument pour les climats montagneux.

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LA MACHINE FELL.

Les expériences que nous avons citées plus haut montrent en effet que l'adhérence peut se trouver réduite à 0,12 au moins, et que, dans ces conditions, la machine à rail central a pu remorquer son train de 24 tonnes, là où la locomotive ordinaire n'aurait pu remorquer que 6 tonnes 1/2. Avec une adhérence de 0,10, qui se rencontrera souvent, la réduction de la charge traînée serait encore plus forte.

Laissons de côté cette réfutation par trop facile, et admettons l'adhérence de $0^{m},14$. Dans ces conditions, on trouve $\left(\text{en employant la formule } M = \frac{a \times \alpha}{f - \alpha}\, t\right)$ que ce n'est pas une machine de 17 tonnes, mais bien une machine de 40 tonnes qu'il faudrait pour remorquer le train de 24 tonnes sur la rampe de $0^{m},085$. C'est donc un train brut de 64 tonnes qu'il faudrait mettre en mouvement sur les rampes, sur les pentes, dans les courbes, soit un supplément de 23 tonnes de poids mort à peu près égal au poids utile que remorque la machine à rail central. De ce chef seul, la consommation de combustible rapportée au poids utile serait doublée au moins. Or, nous le demandons, est-il admissible que cet énorme accroissement de dépense puisse se trouver compensé par la complication, beaucoup plus apparente que réelle, du système de machine, et par la nécessité d'employer le rail central partout où les rampes excèdent 40 millimètres ? Nous croyons que poser la question c'est la résoudre.

Il y a du reste toute une face de la question que nous avons laissée de côté. Une machine de 40 tonnes suppose quatre essieux couplés : possède-t-on un moyen simple, pratique, de faire passer une machine de cette espèce dans des courbes de 40 mètres ? En supposant que ce moyen existe, l'excès de résistance qu'entraînera toujours le passage de la machine dans ces courbes n'est-il pas un élément qui (indépendamment de la gravité) apportera encore son contingent à l'excès de dépense de combustible; de même aussi pour le reste du train ?

Enfin, si l'on envisage la sécurité, possède-t-on un système de frein capable de modérer et d'annuler au besoin la vitesse à la descente (sur des pentes de 70 à 80 millimètres) d'un train, non plus de 40, mais de 64 tonnes? Que sera-ce s'il faut à ces vitesses, peut-être excessives, franchir des courbes de 40 mètres, sans autre garantie contre les déraille-

ments et les chutes dans les précipices, que la saillie d'un boudin de roue retenu par le rail extérieur de la courbe?

Nous croyons que ce serait mettre nos contradicteurs à une rude épreuve que de les prendre au mot, et de leur proposer de circuler dans ces conditions, c'est-à-dire avec une machine et des voitures dépourvues de la garantie de sécurité du rail central, sur une ligne expérimentale telle que celle du Mont-Cenis; tandis qu'au contraire, pendant cinq mois qu'a duré le service d'essai de cette ligne, de nombreux visiteurs, appartenant aux populations voisines ou venant de l'étranger, ont pu la parcourir sans accident, sans danger, et nous sommes convaincu de n'être démenti par aucun d'eux, sans appréhension, ou du moins sans craintes sérieuses.

D'ailleurs, nous le répétons, compter sur une adhérence de 0,14 en pays de montagne est une hypothèse entièrement inadmissible : 0,10 est la valeur pratique à laquelle on doit s'attendre, et c'est celle qui a été admise par tous les ingénieurs qui se sont occupés de ces questions. Or, avec 0m,10, ce n'est plus 40 tonnes, c'est 80 et 100 tonnes que devrait peser la machine ordinaire pour mener le train de 24 tonnes sur la rampe de 85 millimètres : ce n'est plus un train de 64, mais un train de 109 à 120 tonnes qu'il s'agirait de retenir sur la pente; ce n'est plus 4, mais 8 ou 10 essieux couplés auxquels il faudrait faire franchir les courbes; ce n'est plus le double, mais le quadruple au moins de la dépense de traction auquel on arriverait.

Il faut donc reconnaître que la traction par les moyens ordinaires devient impraticable au delà de certaines limites, et que le procédé du rail central ouvre à la locomotive un nouveau et vaste champ d'application.

Pour terminer ce sujet, nous croyons important de faire remarquer deux enseignements qui ressortent des expériences de M. Fell.

Le premier, c'est que les limites posées par beaucoup d'ingénieurs à la puissance de vaporisation des locomotives étaient par trop absolues, et qu'en cette matière, comme en beaucoup d'autres, il faut se garder de prendre les résultats d'une pratique journalière, voisine de la routine, pour des données expérimentales à l'abri de toute contestation.

Ainsi l'on admet généralement qu'il faut 0m²,60 de surface de chauffe par force de cheval produite. La machine de M. Fell développe moyennement un effort de 4,035 kilogr., à la vitesse de 10,700 mètres par heure, ce qui représente 160 chevaux de force pour 56 mètres carrés, soit 0m²,35 par force de cheval. Il y a loin de ce résultat à la donnée prétendue pratique que nous venons de citer. Ces résultats sont dus, il faut l'ajouter, à l'étendue relative de la surface de grille et à l'absence de détente qui augmente notablement l'effet de l'échappement.

Ce résultat montre aussi que le poids des locomotives ordinaires pourrait être sensiblement réduit, si la nécessité de conserver l'adhérence nécessaire ne limitait cette réduction.

Pour terme de comparaison, nous prendrons la machine à quatre cylindres de M. Petiet.

Cette machine a développé, dans une expérience, un effort de 7,500 kilogrammes, à la vitesse de 18 kilomètres, d'où résulte un travail de 500 chevaux. Son poids, en ordre de marche, étant de 60 tonnes, cette machine pèse donc 120 kilogrammes par force de cheval.

La machine de M. Fell pèse 112 kilogrammes par force de cheval, malgré l'addition du mécanisme intérieur et l'infériorité qui résulte de la petitesse de la machine, relativement aux approvisionnements.

Si nous faisons cette comparaison, c'est simplement pour faire ressortir ce fait, que les allégements au delà d'une certaine limite deviennent impossibles pour la locomotive ordinaire, parce que l'adhérence lui ferait défaut.

Ceci ressortira encore plus nettement du tableau suivant :

DÉSIGNATION.	MACHINE PETIET.	MACHINE FELL N° 2.
	Kilog.	Kilog.
Poids en ordre de marche, par mètre carré de surface de chauffe..................................	280	320 (compris le mécanisme intérieur.)
Poids en ordre de marche, par mètre carré de surface de chauffe.............................. ...	280	280 (deduction faite du mecanisme interieur.)
Poids vide, par mètre carré de surface de chauffe.	233	187 (idem.)
Poids de la chaudière et de ses accessoires, par mètre carré de surface de chauffe................	68	62
Poids des approvisionnements par mètre carré de surface de chauffe................................	47	67

On voit d'abord résulter de ce tableau que le surcroît dû à l'approvisionnement est d'autant plus désavantageux que la machine est plus petite, et que c'est à ce surcroît qu'est dû en partie l'avantage de la machine de M. Petiet, comparée en ordre de marche. En somme, la différence est de 40 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe.

Mais on voit de plus que, si l'on appliquait à la machine de M. Petiet les allégements qui ont été apportés à la machine de M. Fell, on pourrait réduire son poids dans une proportion considérable. Car 214 mètres carrés à 187 kilogrammes ne donnent que 40 tonnes qui, avec 10 tonnes d'approvisionnement, réduiraient le poids de la machine Petiet à 50 tonnes. Il est évident qu'alors elle manquerait d'adhérence, et que c'est réellement la nécessité de conserver l'adhérence qui empêche de donner aux machines locomotives une plus grande légèreté. Ainsi disparaît cet argument devenu banal à force d'avoir été répété, à savoir que *les machines puissantes sont nécessairement lourdes*, et qui avait été opposé comme une fin de non-recevoir absolue aux tentatives d'allégement que comporte nécessairement l'application du rail central.

La seconde remarque que nous tenions à faire est relative à la limite de l'effort de traction que l'on peut attendre d'une machine locomotive.

Il existe, en effet, dans le rapport d'une commission officielle instituée pour juger un projet de locomotive à rail central, l'énoncé d'une proposition d'après laquelle, sur les rampes de $0^{m},050$, une locomotive, *quel qu'en soit le système*, ne pourrait, en aucun cas, remorquer un poids supérieur au sien. Si nous relevons cette affirmation, au moins hasardée, ce n'est pas pour faire voir combien elle s'éloigne des faits qu'elle avait la prétention de prédire, mais seulement afin de montrer l'erreur de raisonnement sur laquelle elle repose. C'est, en effet, en établissant une proportion entre les charges traînées sur différentes rampes par une machine d'un poids donné que l'on est arrivé à la conclusion que nous critiquons. Le raisonnement est à peu près exact (sauf l'erreur qui résulte de ce qu'on prend, pour la courbe des *efforts de traction*, une ligne droite, au lieu d'une hyperbole), si l'on admet que la vitesse ne varie pas dans ces différents cas. Mais si on la fait varier en sens inverse de l'accroissement de l'inclinaison, les bases du raisonnement disparaissent, et voici alors comment il doit être établi : étant donné une locomotive d'une surface de chauffe et, par suite, d'un poids donnés, capable par conséquent d'une production de vapeur également déterminée, on conçoit que le travail de cette vapeur équivaut, déduction faite des pertes inévitables, au produit de deux facteurs, l'un la vitesse, l'autre l'effort de traction total. Si l'on veut transmettre ce travail aux roues de cette machine, supposée n'agir que par son poids, il est impossible de réduire sa vitesse au-dessous d'une certaine limite, parce qu'alors l'effort de traction dépasserait la limite d'adhérence et amènerait le patinage. Si, au contraire, on ajoute à cette machine des roues horizontales agissant par pression sur un rail central, la vitesse peut être réduite et l'effort de traction accru en quelque sorte indéfiniment (par l'augmentation de la pression), pourvu que le

produit de ces deux éléments reste équivalent au travail disponible. En même temps le minimum de pression à appliquer au rail central est déterminé par la condition que le supplément d'effort de traction ainsi obtenu fasse équilibre à la perte occasionnée par le surcroît de poids dû au mécanisme des roues horizontales, et par le surcroît de résistance qu'occasionne ce mécanisme.

Tel est, dans toute sa simplicité, le principe sur lequel est fondé l'emploi du rail central, principe qui a été entièrement vérifié par les faits.

§ 7. — LOCOMOTIVE DE MONTAGNE

Système BELL.

Pl. 14. — Fig. 5 à 8.

La *Pl.* 14 représente le dessin d'une locomotive dont l'inventeur patenté est M. Valentin Bell, ingénieur civil.

Cette invention doit servir pour des chemins de fer à rail central, pour faciliter la marche sur de fortes pentes, et des courbes à court rayon. M. Bell relate que son perfectionnement consiste en un nouvel arrangement pour manœuvrer la roue horizontale qui est employée à saisir le rail central, et à retenir la machine sur la voie quand elle décrit des courbes dangereuses, et en même temps pour augmenter l'adhésion de la machine aux rails. De même l'inventeur dit que par l'accouplement de deux machines reliées par un tender il augmente la force de traction et accorde par ce système d'accouplement la direction des deux machines à un seul conducteur.

On a eu cependant de grandes difficultés à surmonter en couplant les deux parties de la roue horizontale qui saisit le rail central; mais pour y remédier M. Bell a adopté un arrangement de pièce en croix qui donne une bonne idée du système, c'est-à-dire deux machines fournies de roues horizontales à rainure, et reliées ensemble par l'intervention d'un tender.

L'axe moteur principal est mû, comme d'habitude, par le piston et sa tige ; l'extrémité de cet axe s'engrène avec la roue horizontale.

Sur l'axe de chaque roue horizontale on a adapté deux coudes à angle droit : les coudes et les essieux sont en relation, au moyen de tiges, avec un tiroir qui se meut entre des guides et porte une pièce transversale.

Cette pièce est en communication au moyen d'autres tiges avec les manivelles des deux roues.

Dans certains cas, M. Bell propose l'emploi de deux ou plusieurs paires de roues à rainures, couplées ensemble comme d'habitude, au lieu d'une seule paire.

En couplant deux machines ensemble on introduit un petit tender entre les foyers.

Ce tender peut être supporté par une ou plusieurs paires de roues. Le tender est relié à chacune des machines par un fort crampon vertical. Chacune des machines et le tender sont placés de manière à ne former qu'un l'un avec l'autre. On passera donc une tige verticale entre les deux plaques, et on la maintiendra dans sa position pour former charnière. Cette manière d'accoupler les machines et le tender permet au conducteur de régulariser les mouvements des deux machines simultanément, quand on se trouvera sur des courbes courtes et dangereuses.

M. Bell propose de relier les arbres des appareils régulateurs par une articulation, les axes se trouvant respectivement en ligne avec ceux du point de rattache. Les arbres du régulateur se trouvent placés au-dessus de la chaudière, à une hauteur suffisante pour garantir le conducteur, et chaque machine a un manche régulateur de la même manière. Le mouvement de la chaîne de chaque machine se transmet par un levier renversé. L'appareil servant à manœuvrer le frein se trouve sur le tender, et opère en même temps sur les deux machines par l'action d'une seule manivelle. Pour arriver à cela, l'écrou par lequel passe la vis du frein est fixé au centre d'un arbre qui a un chaînon à chacune de ses extrémités. Ces chaînons sont reliés par des leviers à l'arbre du frein de chaque ma-

chine. Quand on voudra détacher une machine du tender, on enlèvera seulement les pointes verticales des joints qui couplent la régulation, le mouvement de la chaîne et le frein, et celle de la charnière verticale qui couple le tender à la machine.

M. Bell, l'inventeur, est un ingénieur civil de beaucoup d'expérience, et qui a été employé, comme ingénieur des travaux du Mont-Cenis, sous les ordres de M. Branbes, ingénieur en chef.

LOCOMOTIVE-TENDER A MARCHANDISES

POUR FORTES RAMPES ET COURBES A PETITS RAYONS, AVEC TRAIN UNIVERSEL :

Système VAESSEN.

Construite par la Société Saint-Léonard, à Liége.

Pl. 17. — Fig. 3.

Cette machine est du même système que celles fournies aux Compagnies du chemin de fer d'Isabelle II (Alar à Santander) et du Liégeois-Limbourgeois.

Ce système de locomotive se distingue principalement par le déplacement latéral des essieux, qui permet à la machine de franchir des courbes à petits rayons. Le train articulé a, non-seulement, une rotation autour de son pivot; mais il a encore la faculté de se déplacer latéralement à la voie, ce qui lui permet de se placer tangentiellement à la courbe que la machine franchit, quel que soit le rayon. A cet effet, le pivot de rotation est fixé à un levier sur lequel repose le devant de la machine, par l'intermédiaire de doubles plans inclinés : ceux-ci ont la tendance de tenir le pivot dans l'axe longitudinal de la machine, mais lui permettent, aussitôt que la machine entre dans une courbe, de se déplacer latéralement.

Outre le déplacement du train mobile, un des essieux accouplés se déplace latéralement. Dans les machines construites pour les chemins de fer Isabelle II et Liégeois-Limbourgeois, le déplacement de cet essieu est obtenu en donnant un jeu aux fusées et boîtes à graisse ; dans la machine représentée, les boîtes à graisse se déplacent par l'intermédiaire de plans inclinés. Cette disposition pour déplacer des essieux parallèles fut proposée par M. Vaessen à la Compagnie des chemins de fer algériens, avec laquelle la Société de Saint-Léonard avait contracté la fourniture de locomotives à six roues couplées et adoptées le mois suivant par M. Desbrière, alors ingénieur de ladite Compagnie. Ces machines ont inauguré la ligne d'Alger à Blidah, le 15 août 1862, et ont été construites depuis pour diverses compagnies.

Nous avons groupé dans un même tableau les dimensions principales des diverses locomotives, construites par la Société Saint-Léonard, d'après le système Vaessen, à côté de celles de la machine que nous avons reproduite :

	Locomotive représentée.	Liégeois-Limbourgeois. Locomotive à marchandises.	Isabelle II. Locomotive à voyageurs.	Isabelle II. Locomotive à marchandises.
Diamètre des cylindres	0m,460	0m,460	0m,460	0m,460
Course des pistons	0m,600	0m,610	0m,610	0m,610
Diamètre des roues couplées	1m,300	1m,315	1m,685	1m,200
Nombre de roues couplées	6	6	4	6
Ecartement extrême des essieux accouplés, d'axe en axe	3m,000	2m,800	2m,300	2m,600
Diamètre des quatre roues du train universel	0m,800	0m,900	0m,900	0m,800
Ecartement des essieux du train universel	1m,100	1m,300	1m,400	1m,250
Ecartement des essieux extrêmes	5m,950	5m,450	5m,600	5m,625

	Locomotive représentée.	Liégeois-Limbourgeois. Locomotive à marchandises.	Isabelle II. Locomotive à voyageurs.	Isabelle II. Locomotive à marchandises.
	—	—	—	—
Foyer, longueur intérieure en haut.	$2^{m},260$	$2^{m},400$	$2^{m},400$	$2^{m},400$
— largeur — — ..	$1^{m},050$	$1^{m},055$	$1^{m},160$	$1^{m},160$
— — — en bas....	$0^{m},880$	$0^{m},880$	$1^{m},110$	$1^{m},110$
— hauteur — avant... .	$1^{m},560$	$1^{m},275$	$1^{m},360$	$1^{m},360$
— — — arrière . .	$1^{m},160$	$0^{m},975$	$1^{m},060$	$1^{m},060$
Grille, longueur..................	$2^{m},300$	$2^{m},450$	$2^{m},450$	$2^{m},450$
— largeur......	$0^{m},880$	$0^{m},880$	$1^{m},110$	$1^{m},110$
Surface de la grille...............	$2^{m2},0240$	$2^{m2},1560$	$2^{m},719$	$2^{m},719$
Tubes, nombre..................	193	179	200	200
— diamètre extérieur..........	$0^{m},050$	$0^{m},050$	$0^{m},050$	$0^{m},050$
— longueur.................	$3^{m},700$	$3^{m},670$	$3^{m},420$	$4^{m},120$
Surface de chauffe du foyer.........	$9^{m2},10$	$9^{m},570$	$9^{m},800$	$9^{m},800$
— — des tubes........	$111^{mq},90$	$102^{mq},00$	$107^{mq},45$	$129^{mq},36$
Capacité des soutes à eau...........	$6^{m3},500$	$5^{m3},000$	$4^{m},500$	$4^{m},500$
— — à charbon.......	$2^{m3},500$	$2^{m3},500$	20	20
Poids de la machine à vide.... (tonnes)	36	36	35	36,5
— — en service. (d°)	48	46,5	44,5	46
Charge sous les roues accouplées. (d°)	33	37	26,5	27
— — du train univ^{el}. (d°)	11	9,5	18	9
Tension de la vapeur.. (atmosphères)	9	8	8	8
Traction théorique........... (kil.)	8,010	7,105	5,540	7,783

Une machine à marchandises a été construite pour le chemin d'*Alar del Rey à Santander*, d'après un programme inséré dans le marché du constructeur, et qui était le suivant : « Remorquer 200 tonnes en plus du poids de la machine, sur rampes de 20 millimètres par mètre, à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, et dans des courbes de moins de 300 mètres de rayon. »

Ce programme ne peut être mieux justifié qu'en donnant quelques détails sur le tracé de la ligne que les machines desservent :

Le chemin d'*Alar del Rey à Santander* a une longueur de 139 kilomètres; il rachète entre les points extrêmes une différence de niveau de $849^{m},530$, et il y a entre le point culminant de la ligne (à 40 kilomètres d'*Alar del Rey*) et la gare de *Santander*, une différence de cote de $980^{m},732$, de sorte que la rampe moyenne du premier versant est d'environ 10 millimètres et celle du second de 3 millimètres.

Ces 139 kilomètres se décomposent ainsi :

13 kilomètres en palier.

77 kilomètres en rampes de 0 à 10 millimètres par mètre.

49 kilomètres en rampes de 10 à 20 millimètres par mètre.

La longueur en rampes de plus de 15 millimètres forme à peu près le quart de la longueur totale.

La section de *Barcena* à *Reinosa* est la partie la plus curieuse et la plus accidentée du chemin : elle a en effet une longueur de 34 kilomètres, et réunit deux points qui ne sont distants, à vol d'oiseau, que de 16,000 mètres, et dont la différence de niveau est de 559 mètres. Du kilomètre 68 au kilomètre 83, la différence de cote est de 252 millimètres, la distance réelle n'étant que de 1,900 mètres, soit une pente naturelle de 132 millimètres, ramenée à 17 millimètres par le développement de 15,000 mètres donné à la ligne entre ces deux points, et qui a exigé de nombreuses courbes de 300, 350 et 400 mètres de rayon. Sur ces 15 kilomètres, il n'y a que 9,700 mètres en alignement droit.

Le problème était donc de construire des machines puissantes, dont le passage dans les courbes de faible rayon fût facilité par une disposition spéciale : M. Vaessen l'a résolu en construisant des machines que caractérise l'emploi de son avant-train mobile placé sous la boîte à fumée ; cet avant-train diffère essentiellement du système américain par la propriété qu'il possède, non-seulement de se mouvoir autour d'un axe vertical pour se placer suivant le rayon de la courbe, mais encore de se déplacer latéralement d'une quantité variable par rapport à l'axe de la chaudière.

Description de l'avant-train mobile.

Il se compose d'un châssis porté par deux essieux, par l'intermédiaire de deux leviers latéraux, et de ressorts de suspension. Le centre de ce châssis reçoit dans un logement sphérique un pivot de même forme, fixé à un levier horizontal placé longitudinalement sous la machine et articulé en arrière du train mobile, en un point fixe de la chaudière. Ce levier supporte à son extrémité la boîte à fumée, par l'intermédiaire de deux doubles plans inclinés, sur lesquels reposent deux coins en acier fondu, fixés au dessous de la boîte à fumée. Le pivot reçoit donc, par l'intermédiaire du levier, une pression égale à la somme de celles exercées au point d'articulation et sur les plans inclinés.

On conçoit que, lorsque la machine est dans une partie de la voie en alignement droit, le levier est dirigé suivant l'axe de la chaudière, les taquets reposent au fond des doubles plans inclinés, et les essieux sont parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe de la voie. Mais, dès que le système arrive dans une courbe, la pression transversale exercée par le rail extérieur sur les boudins des roues de l'avant-train tend à le déplacer, en lui faisant décrire : 1° un mouvement de rotation autour du pivot, qui amène les deux essieux dans une direction parallèle au rayon de la courbe passant par le centre du train ; 2° un autre mouvement de rotation autour du point d'articulation du levier, mouvement qui ramène le centre du train dans l'axe de la voie, dont il tendrait à s'éloigner d'une quantité d'autant plus grande que le rayon de la courbe serait plus petit. Ce mouvement du pivot a lieu grâce à ce que les taquets se déplacent par rapport aux plans inclinés sur lesquels ils glissent, en abaissant l'extrémité du levier, et par conséquent le train mobile.

Dans une courbe de 300 mètres de rayon, le centre du train mobile se déplacerait de $0^m,023$, et les plans inclinés de $0^m,030$. Dans ce cas, l'inclinaison des plans inclinés étant de 1/10, l'extrémité du levier s'abaisserait de $0^m,003$.

Dans une courbe de 100 mètres de rayon, ces déplacements deviendraient respectivement $0^m,0685$, $0^m,091$, $0^m,009$.

Le déplacement des taquets sur les plans inclinés n'a lieu que si l'effort latéral des rails sur les boudins des roues a une intensité suffisante pour vaincre : 1° le frottement produit sur les plans inclinés par la portion du poids de la machine que les taquets transmettent : 2° la composante horizontale du même poids due à l'inclinaison (1/10 de la pression).

Ainsi, le poids sur les essieux du train mobile est de 9 tonnes, soit environ 6,000 kilogrammes, sur le pivot (l'avant-train, châssis, ressorts et roues pesant environ 3,000 kilogrammes).

D'après les rapports établis entre les dimensions du levier, la pression de 6,000 kilogrammes est la résultante de deux pressions, l'une de 1 500 kil. au point d'articulation, l'autre de 4,500 sur les taquets.

La valeur de l'effort latéral nécessaire pour amener le déplacement sera de :

$$4{,}500 \text{ kil. } (f \times 0{,}10),$$

f étant le coefficient du frottement acier sur acier : si l'on suppose $f = 0{,}18$, on aura :

$$4{,}500 \text{ kil. } \times 0{,}28 = 1{,}260 \text{ kil.}$$

Un effort vertical exercé de bas en haut tendrait à soulever l'avant de la machine ; ce soulèvement n'a pas lieu, c'est le levier, le pivot et le châssis du train mobile qui s'abaissent en augmentant la pression des ressorts de suspension. Cet excès de tension ramène le train mobile dans la position normale, dès que la machine quitte la courbe.

La machine à marchandises présente les particularités suivantes :

Tout le mécanisme est extérieur et les cylindres sont inclinés;

La suspension est faite par l'intermédiaire de balanciers latéraux, qui font participer plusieurs essieux aux variations accidentelles de la pression que chacune des roues peut avoir à subir pendant la marche;

L'attelage est effectué au moyen de ressorts Brown, le foyer est du système Belpaire, et permet de brûler les menus;

Les soutes à eau et à charbon sont placées latéralement à la chaudière et au-dessus des roues accouplées, de telle sorte que le poids des approvisionnements est utilisé pour l'adhérence;

L'alimentation a lieu au moyen d'une pompe et d'un injecteur Giffard, placés sur l'une des faces latérales de la boîte à feu. Enfin, un frein puissant agit sur les roues d'arrière de la machine.

La surface des deux pistons, de $0^m,460$ de diamètre, est de 3332^{cq}; l'effort de traction théorique par atmosphère effective est de :

$$1^k,03 \times 3322 \times \frac{0^m,610}{\pi \times 0,600} = 1,108 \text{ kil.}$$

L'effort de traction, en admettant un coefficient de rendement de 0,60, sera au maximum de 5,318 kilogrammes.

Le poids total de la machine vide est de 36,000 kilogrammes, en service de 45,000, dont 36,000 reposent sur les essieux moteurs; l'adhérence étant utilisée au 1/6, on pourrait exercer un effort de 6,000 kilogrammes.

Les *Machines à voyageurs* sont à deux essieux couplés, avec roues motrices de $1^m,680$ de diamètre. Les soutes à eau et à charbon, placées latéralement à la chaudière, se prolongent jusqu'à la boîte à fumée. Le train mobile est semblable à celui des machines à marchandises, mais le point d'articulation du levier horizontal est placé en avant du truck.

Dans une courbe de 300 mètres de rayon, le déplacement du pivot est de $0^m,022$, et celui des taquets $0^m,025$. Ces deux chiffres s'élèvent à $0^m,065$ et $0^m,075$ pour une courbe de 100 mètres de rayon.

Le diamètre des cylindres, la course et le timbre de la chaudière sont les mêmes que pour les machines à marchandises. Le diamètre des roues motrices est de $1^m,680$. L'effort de traction théorique par atmosphère effective est alors :

$$1,03 \times 3322 \times \frac{0,610}{\pi \times 0,840} = 791 \text{ kil.}$$

L'effort de traction, en admettant une valeur de $K = 0,6$, peut donc être de 3,800 kilogrammes.

Le poids total de la machine vide est de 35 t. 5, et en service de 45 tonnes. Le poids sur les deux essieux moteurs est de 28 tonnes. Avec l'adhérence au 1/6, on pourrait exercer un effort de 4,670 kilogrammes.

Pour compléter cette note, il reste à faire connaître les résultats d'une série d'essais qui ont été faits pour les machines à voyageurs, sur la portion de la ligne comprise entre *Las Corrales* et *Barcena.*

Cette section a une longueur de 16 kilomètres, et est formée de :

1° 6 kilomètres 8 en rampes de 10 millimètres, et 1 kilomètre en palier, de *Las Corrales à Las Fraguas ;*

2° 2 kilomètres 9 en rampes de 12,5 millimètres, 11 et 19 millimètres, de *Las Fraguas à Santa Cruz ;*

3° 2 kilomètres 1 en rampes de 19 millimètres et de 15 millimètres, de *Santa Cruz à Portolin ;*

4° 3 kilomètres 2 en rampes de 15 millimètres et de 20 millimètres, de *Portolin à Barcena.*

Un tiers du parcours environ est en courbe de 255 mètres et de 300 mètres de rayon.

La résistance, par tonne remorquée sur chacune des parties de cette section, pour laquelle on a fait des observations séparées, s'établit de la manière suivante :

En admettant (la vitesse étant comprise entre 20 et 30 kilomètres) que la résistance par tonne de train est, à niveau, de 5 kilogrammes, et que celle due à une courbe de 275 mètres de rayon est de 4 kilogrammes, on trouve :

1° De *Corrales à Fraguas :* longueur, 7,800 mètres; rampe moyenne, $0^m,0087$; courbes sur 4 kilomètres; résistance par tonne, 16 kilogrammes;

2° De *Fraguas à Santa Cruz :* longueur, 2,900 mètres; rampe moyenne, $0^m,0131$; résistance, 18 kilogrammes;

3° De *Santa Cruz à Portolin :* longueur, 2,100 mètres; rampe moyenne, $0^m,0167$; résistance par tonne, 21 kil. 7;

4° De *Portolin à Barcena :* longueur, 3,200 mètres; rampe moyenne, $0^m,017$; courbes de 275 mètres, résistance par tonne, 26 kilogrammes.

La résistance moyenne, de *Corrales à Barcena,* serait de 22 kilogrammes. La résistance maxima se produit entre *Portolin* et *Barcena*, sur une rampe de $0^m,020$, en courbe de 275 mètres de rayon; elle atteint alors :

$$5 \text{ kil.} \times 20 \times 4 = 24 \text{ kil. par tonne.}$$

Pour le calcul de résistance de la machine, on peut admettre un excès de résistance de 3 kilogrammes par tonne de machine.

Première expérience. — Un train formé de 6 voitures, 2 fourgons et 4 wagons chargés, pesant ensemble 110 tonnes, a parcouru, à la vitesse moyenne de 30 kilomètres à l'heure, la section de *Corrales à Fraguas.* La vitesse a été par instants de 40 kilomètres. Les rails étaient secs. Le train, marchant du Nord au Sud, avait à vaincre la résistance d'un vent du Sud fort, agissant de front et parfois latéralement. La pression dans la chaudière était de 5 atmosphères effectives.

La résistance du train, dans ces conditions, fut en moyenne (en ajoutant 1 kilogramme par tonne, pour tenir compte de l'action du vent) :

$$110 \text{ ton.} \times 17 \text{ kil.} + 45 \text{ ton.} \times 20 = ?,770 \text{ kil.}$$

L'effort de traction théorique était de :

$$791 \text{ kil.} \times 7.5 = 5932.5.$$

La valeur du rapport K d'utilisation était donc :

$$K = \frac{2770}{5932,5} = 0,47.$$

L'adhérence était utilisée au 1/10. Enfin la vitesse étant de 30 kilomètres à l'heure, soit $8^m,33$ par seconde, le travail développé par seconde a été moyennement de :

$$2,770 \times 8.33 = 23,080 \text{ kilom., soit 308 chevaux.}$$

Deuxième expérience. — Le même train devait continuer l'ascension de *Barcena,* mais le vent étant très-impétueux, et la résistance croissant au delà de *Fraguas*, on détacha les 4 wagons chargés, et on ne remorqua de *Fraguas à Barcena* que 50 tonnes.

On observa les vitesses suivantes :

1° De Fraguas à Santa Cruz....	$32^k,523$
2° De Santa Cruz à Portolin.........................	32 868
3° De Portolin à Barcena.......	33 516

En évaluant pendant ce trajet à $1^k,50$ par tonne, l'action du vent, on trouve que dans chacune de ces trois périodes l'effort de traction était :

De Fraguas à Santa Cruz..........................	1,986	kilogrammes.
De Santa Cruz à Portolin.........................	2,339	—
De Portolin à Barcena............................	2,748	—
Et en moyenne....................................	2,386	—

La vitesse moyenne ayant été de $9^m,16$ par seconde ($32^k,97$ par heure), le travail développé a été en moyenne de 291 chevaux.

Enfin l'effort de traction maximum a été de :

$$50 \times 30^{k},5 + 45 \times 335 = 3,032 \text{ kil. Valeur de } K = 0,51.$$

Troisième expérience. — Le même train, au retour, c'est-à-dire à la descente, a circulé aux vitesses suivantes :

Barcena à Portolin, 34 kilomètres;
Portolin à Santa Cruz, 45 kilomètres;
Santa Cruz à Fraguas, 40 kilomètres;
Fraguas à Corrales, 45 kilomètres;
En moyenne, $41^{k},9$.

Quatrième expérience. — Cette observation a porté sur la marche d'un train formé de 10 wagons chargés, 3 wagons vides et 1 fourgon, pesant ensemble 155 tonnes, avec un vent sud très-fort, agissant de front, de Fraguas à Barcena.

« La machine patina à la sortie des aiguilles de Fraguas (rampe de 12 millim. 5); elle patina de nouveau près de Santa Cruz, sur la rampe de 19 millimètres en alignement droit; elle s'arrêta un peu, mais se remit en marche sur la même rampe et continua jusqu'à Portolin, où elle s'arrêta sur les courbes de 279 mètres et 275 mètres de rayon.

« Elle ne put continuer; on coupa le train, et la machine arriva traînant 6 wagons (84 tonnes) à Barcena, avec vitesse de 30 kilomètres.

« La vitesse moyenne ne fut que de 10 à 12 kilomètres.

« L'eau du tender et des cylindres mouillait les rails. »

Dans la partie de la ligne où la machine patina et s'arrêta la première fois (rampe de 19 millimètres en alignement droit), la résistance était de :

$$155 \times 25 + 45 \times 28 = 5,135 \text{ kil.}$$

Le poids utilisé pour l'adhérence (28,000 kilogrammes) ne représente que cinq fois et demie cet effort de traction, ce qui explique le patinage.

Il est assez naturel d'admettre que, lors du second arrêt qui se produisit (en rampe de 15 millimètres et en courbe de 275 mètres), la machine se trouvait dans des conditions analogues, c'est-à-dire que la résistance était d'environ 5,100 kilogrammes; il en résulte que l'excès de la résistance due à une courbe de 275 mètres de rayon serait égal à la résistance sur une rampe de 19 millimètres — 15 mill. = 4 mill., soit 4 kilogrammes par tonne.

Les ingénieurs du chemin de Santander admettent, du reste, que dans de bonnes conditions de temps, ces machines peuvent remorquer, sur une rampe de 20 millimètres, 120 tonnes, à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure. Ce qui représente un effort de traction de 4,260 kilogrammes et un travail développé de 315 chevaux.

Quant aux machines à marchandises, des observations ont été faites sur le même trajet, de Fraguas à Barcena. Elles ont donné les résultats ci-dessous :

1° Train de 152 tonnes; vitesses (sans arrêts aux stations) $23^{k},55$; pression dans la chaudière, $7^{at.},5$; vents doux, rails secs;

2° Train de 162 tonnes; vitesse, 19 kilomètres; pression, 8 atmosphères;

3° Train de 192 tonnes; vitesse, 16 à 17 kilomètres.

Le tableau ci-dessous résume les résultats de toutes les expériences. Nous y avons indiqué le rapport du travail fourni au poids de la machine, approvisionnements compris; soit le nombre de chevaux correspondant à chaque tonne de machine et le poids de machine correspondant à chaque force d'un cheval fournie.

On peut conclure de ce tableau que le travail fourni moyennement est de 300 à 310 chevaux, soit environ 7 chevaux par tonne, et que les poids des machines sont de 140 à 150 kilogrammes par force de cheval.

Les machines à marchandises sont d'ailleurs en service sur la ligne de Santander depuis plusieurs années, et elles ont fait l'objet d'un intéressant rapport de M. DE LA VEGA, ingégénieur en chef du chemin Isabelle II, dans lequel il est constaté que ces machines ont

une très-grande stabilité, que le jeu de l'avant-train mobile ne laisse rien à désirer, et que la douceur des mouvements permet le passage à la vitesse ordinaire dans des courbes de 200 mètres.

Consommation, 14 kilogrammes de charbon par kilomètre.

MACHINES A VOYAGEURS

DÉSIGNATION.	PARCOURS.	EFFORT de traction.	VITESSE en kilom. par heure.	VITESSE en mètres par seconde.	TRAVAIL en kilogrammes.	TRAVAIL en chevaux.	RAPPORT du travail au poids de la machine	RAPPORT du poids de la machine au travail.
	m.	kil.	kil.	m.	kil.	ch.	ch.	kil.
Train de 110 tonnes...	7,800	2,770	30	8,33	23,074	308	6,8	146
Train de 50 tonnes....	2,900	1,986	32,5	9,04	17,953	239	5,3	188
— 50 — ...	2,100	2,339	32,9	9,13	21,355	285	6,3	158
— 50 — ...	3,200	2,746	33,5	9,31	25,894	343	7,6	131
Moyenne, train de 50 t^nes.	8,200	2,386	32,9	9,16	21,856	291	6,5	155
Moyenne générale.....	16,000	2,573	31,45	8,74	22,488	300	6,7	150
Evaluation des ingén^rs.	»	4,260	20	5,56	23,670	315	7	143

Effort de traction :
Par m² de surface de chauffe..... 22 à 36k.
Par m² de surface de grille....... 102 à 165k.

Travail produit :
Par m² de surface de chauffe. 2ch,5.
Par m² de surface de grille... 120ch,0.

MACHINES A MARCHANDISES.

DÉSIGNATION.	PARCOURS.	EFFORT de traction.	VITESSE en kilom. par heure.	VITESSE en mètres par seconde.	TRAVAIL en kilogrammes.	TRAVAIL en chevaux.	RAPPORT du travail au poids de la machine	RAPPORT du poids de la machine au travail.
Train de 152 tonnes...	8,200	4,464	23,55	6,54	24,105	321	7,1	140
— 162 — ...	8,200	4,589	19, »	5,28	24,230	323	7,2	139
— 192 — ...	8,200	5,349	16,50	4,44	23,730	316	7,0	142
Moyenne.............	8,200	4,800	19,65	5,42	24,020	320	7,1	140,5

Effort de traction :
Par m² de surface de chauffe.......... 34k,6.
Par m² de surface de grille...... ..... 180k,0.

Travail produit :
Par m² de surface de chauffe. 2ch,3.
Par m² de surface de grille... 120ch,0.

§ 8. — LOCOMOTIVES FAIRLIE.

Pl. 16.

M. Fairlie, constructeur anglais, établit différents types de locomotives dont nous allons décrire les deux principaux.

PREMIER TYPE. — (*Fig.* 6.)

Les machines du premier type se distinguent nettement des locomotives ordinaires par leur forme et leur disposition.

Elles sont *à chaudière double, à quatre cylindres*, et huit roues, portant, par groupes de quatre, les deux moitiés de l'appareil.

Elles n'ont en réalité ni avant ni arrière, en sorte que toutes les manœuvres de ces machines sur la voie se réduisent à un changement de marche; l'usage des plaques tournantes, pour leur manœuvre, devient inutile. Elles présentent en outre, pour une voie réduite surtout, des avantages qui résultent de la faculté de pouvoir obtenir une grande adhérence sur les rails, sans élever le centre de gravité de la machine.

La locomotive double, que notre dessin représente en élévation perspective (*pl.* 16, *fig.* 6), a été construite pour le *chemin de fer d'Oscarsham*, en Suède. Le diamètre de chacun des quatre cylindres est de 0^m,254; la course du piston est de 0^m,457.

Les quatre roues de chaque truck sont couplées, deux par deux, et ont 1^m,067 de diamètre. La base des roues est de 1^m,524 pour chaque truck, et la base totale de la machine est de 6^m,391. En ordre de marche, la locomotive pèse environ 25 tonnes.

Le chemin d'Oscarsham est construit sur le lit d'un ancien canal, et présente une série non interrompue de courbes de faible rayon et de pentes rapides. Le plus petit rayon de courbe est de 140 mètres, et l'écartement des rails est de 1^m,435.

DEUXIÈME TYPE FAIRLIE. — (*Pl.* 16, *fig.* 7.)

Machine double, à deux parties symétriques, à quatre cylindres, et douze roues couplées par groupes de trois sur chaque face.

TROISIÈME TYPE FAIRLIE. — (*Pl.* 16, *fig.* 8.)

Le troisième type est celui d'une machine de gare à double truck, qui fonctionne sur le *Great-Southern and Western-Railway* d'Irlande. Ce que l'on remarque d'abord, en regardant le dessin, c'est que seul le truck d'avant est muni de cylindres moteurs. En ceci, M. Fairlie semble s'être écarté des règles qu'il suit ordinairement, mais cette exception est pleinement justifiée; car la charge qui pèse sur le truck d'arrière suffit largement pour assurer l'adhérence nécessaire dans le cas qui nous occupe, la machine étant destinée aux trains mixtes d'embranchement.

Les deux *trucks* sont réunis par un bâti qui supporte la chaudière, et leurs axes reposent sur de fortes traverses. L'axe du truck d'arrière est disposé d'après le système de M. William Adams, excellent pour éviter le mouvement de lacet et les secousses d'avant à arrière. Des disques en caoutchouc, interposés entre le bâti et le truck, complètent le travail des ressorts, et paralysent l'action des inégalités de la route.

Les *Coussinets* sur lesquels s'appuie l'axe du truck d'avant, reposent également sur des ressorts épais en caoutchouc; de cette manière, le truck d'avant et le châssis de la machine ont le même mouvement latéral, tout à fait indépendant du mouvement du truck d'arrière; le résultat est en somme le même que l'on obtiendrait en suspendant le bâti principal sur trois points. Les mouvements vibratoires du truck d'avant sont modérés par les ressorts en caoutchouc qui se trouvent près de la partie antérieure de la boîte à feu.

Dimensions du troisième Type. — Voici quelles sont les principales dimensions de la locomotive (*fig.* 8) :

Diamètre des cylindres	0^m,381
Course des pistons	0 ,508
Distance des cylindres, d'axe en axe	1 ,550
Diamètre de l'enveloppe de la chaudière	1 ,180
Longueur de la chaudière	2 ,845
Longueur de la boîte à feu	1 ,422
Largeur *id.*	1 ,270
Hauteur au-dessus des rails du centre de la chaudière	2 ,051
Longueur des tubes entre les plaques	2 ,743
Diamètre des tubes	0 ,044
Distance entre les axes de deux tubes consécutifs	0 ,070
Nombre des tubes	176

Surface de chauffe.

Tubes à l'intérieur	61^{m2},6298
Boîte à feu	6 ,9303
Surface de la grille	1 ,3563

Diamètre des roues du truck d'avant	1^m,720
Id. *id.* d'arrière	0 ,890
Distance des boudins des roues (écartement des rails, 1^m,60)	1 ,524
Base des roues du truck d'avant	1 ,829
Id. *id.* d'arrière	1 ,524
Distance entre les centres des deux trucks	4 ,445
Distance de l'axe du truck d'avant à l'essieu des roues antérieures	1 ,041
Distance de cet axe à l'essieu des roues motrices	0 ,787
Distance du même axe à la partie antérieure de la boîte à feu	1 ,533
Longueur du truck d'avant, non compris l'épaisseur de la traverse d'avant	3 ,683
Longueur totale de la machine, non compris les traverses d'avant et d'arrière	8 ,610
Distance respective des châssis du truck d'avant	1 ,397
Distance respective des châssis du truck d'arrière	1 ,431
Distance des châssis principaux	1 ,295
Hauteur *id.*	0 ,356
Longueur du réservoir à eau, à l'intérieur	2 ,134
Largeur du réservoir à eau, à l'extérieur	2 ,185
Largeur de la machine au-dessus de la plate-forme	2 ,438
Capacité du réservoir	3 ,350$^{d.c}$
Capacité des coffres à combustible	1 ,500

Poids de la locomotive en ordre de marche.

Sur les roues du truck d'avant	23,300^k
Id. *id.* d'arrière	14,000
Total	36,300^k

Les ressorts appartenant aux essieux des roues couplées sont réunis par des leviers compensateurs. Chaque ressort est formé de seize plaques, de 0^m,10 de large ; la plaque supérieure a une épaisseur de 0^m,013 et les autres de 0^m,010. Chaque ressort a 0^m,814 de long, et porte à ses deux extrémités un petit ressort auxiliaire en caoutchouc. Pour les ressorts d'arrière, ce sont les ressorts eux-mêmes qui forment les barres compensatrices ; un seul ressort renversé de chaque côté sert pour les deux essieux.

Ces ressorts, qui ont une longueur de 1^m,524, sont composés de douze plaques de 0^m,127 de large, dont l'une est épaisse de 0^m,020 et les autres de 0^m,013.

Le changement de marche s'opère au moyen d'un engrenage ; la bielle de renversement de vapeur est disposée de telle sorte que le mouvement du truck antérieur reste, pour ainsi dire, sans effet sur elle. Le tuyau d'échappement de vapeur est divisé en deux parties ; la partie supérieure, fixée dans la boîte à fumée, est d'un diamètre tel que la partie inférieure, fixée aux cylindres, peut jouer librement à l'intérieur, se prêtant de la sorte aux mouvements du truck.

Cette disposition a été reconnue excellente ; du reste la chaudière fournit de la vapeur en abondance. Le diamètre intérieur de ce tuyau est de 0^m,076. Les bandages, les plaques de garde, les barres d'accouplement, les glissières, sont en acier fondu Vickers.

La locomotive que nous venons de décrire fonctionne d'une manière très-satisfaisante. Sa vitesse est très-grande : elle circule facilement dans des courbes de 90 mètres de rayon. Dans les courbes de 60 mètres, elle marche encore aisément, mais les roues motrices touchent presque le bâti. Sans cette circonstance, la machine pourrait passer dans des courbes d'un rayon de 30 mètres et même moins ; et, si les nécessités de la voie pour laquelle elle a été construite l'avaient exigé, il aurait été facile de disposer les pièces en conséquence.

§ 9. — LOCOMOTIVE ARTICULÉE, A DEUX TRAINS MOBILES

HUIT ROUES COUPLÉES ET DEUX CYLINDRES

Système RARCHAERT.

Pl. 17. — Fig. 1, 2.

Une expérience très-intéressante et d'une grande portée pratique, au triple point de vue du progrès économique de la construction, de la régularité du service et de la sécurité sur les chemins de fer, vient d'être faite avec un plein succès dans les ateliers de MM. Maze et Voisine, Constructeurs de matériel de chemins de fer, à Saint-Denis, et sur le chemin de fer du Nord.

Il s'agit d'un problème de mécanique très-difficile que M. Rarchaert a poursuivi pendant de nombreuses années avec une louable persévérance. Ce problème consiste à accoupler des essieux pour les rendre adhérents, tout en leur permettant un mouvement de convergence qui supprime le frottement et l'usure, et conserve à la machine sa stabilité et une grande douceur de marche dans les courbes même du plus petit rayon.

Cette locomotive-tender à huit roues, dont nous donnons d'ailleurs plus loin les dimensions principales, est sortie pour la première fois, le 8 octobre, des ateliers de MM. Maze et Voisine, à Saint-Denis, où elle a été construite, franchissant, à la grande surprise et à l'admiration de tous, les nombreuses courbes très-prononcées et les chemins difficiles qui traversent en tous sens ces vastes chantiers. — Conduite sur les voies du Nord, elle a démarré sans hésitation et traîné, jusqu'au pont de la Révolte, seize wagons chargés à 10 tonnes, les refoulant avec la même facilité de ce point de départ dans la gare de Saint-Denis.

La machine Rarchaert aurait bien pu traîner un plus grand nombre de wagons, vingt-cinq certainement, trente peut-être, même avec des pistons et tout le mécanisme non rodé; mais il ne s'en trouvait pas plus de seize sur la même voie pour le moment, et l'expérience n'a pu être prolongée ce jour-là.

La locomotive a continué de fonctionner tous les jours sur les chemins industriels de MM. Maze et Voisine, opérant quelques petites manœuvres.

Avec la bienveillante autorisation de la Compagnie du Nord, l'essai réglementaire de parcours a eu lieu le 15 octobre. — Partie des ateliers de Saint-Denis à 11 heures 30 du matin, la locomotive est arrivée en gare à Paris avec une vitesse très-régulière d'environ 20 kilomètres à l'heure. — Conduite ensuite à la Chapelle pour y être pesée, la répartition de son poids sur les essieux a fourni sur la bascule les indications suivantes :

Poids sur les quatre roues de l'avant-train :		
Côté droit	7,700 kil.	15,400 kil.
Côté gauche	7,700	
Poids sur les quatre roues de l'arrière-train :		
Côté droit	7,800 kil.	15,600 kil.
Côté gauche	7,800	
Poids total		31,000 kil.

Disons de suite que la charge sur chacun des trains est rigoureusement répartie sur les roues qui le composent au moyen de ressorts compensateurs, de sorte que la pression des bandages sous chacune des roues est respectivement :

$$\text{Pour l'avant-train } \left(\frac{15,400}{4}\right) = 3,850 \text{ kil.}$$

$$\text{Pour l'arrière-train } \left(\frac{15,600}{4}\right) = 3,900 \text{ kil.}$$

Au pesage, les caisses d'approvisionnement contenaient environ 3,000 litres d'eau et 1,000 kilogrammes de charbon.

Restée en stationnement dans les ateliers et dépôts de la Chapelle, la nouvelle locomotive y a été l'objet d'un examen attentif et très-sympathique de la part de MM. les Ingénieurs en chef de la Compagnie du Nord, du personnel des études et des ateliers.

Le voyage de retour s'est effectué vers quatre heures, franchissant la distance de la Chapelle à la gare de Saint-Denis en six minutes ; soit à la vitesse de plus de 50 kilomètres à l'heure.

A l'aller et au retour la machine était montée par :

M. Bonvin, garde-mines, attaché au contrôle des chemins de fer du Nord ;
M. Cuvillier, garde-mines, du contrôle de l'Ouest;
M. André Pilinski, chef conducteur-mécanicien ;
M. O. Frion, chimiste ;
M. Bardon, ajusteur-mécanicien ;
M. Hoyon, ajusteur-mécanicien ;
M. Rarchaert.

Ajoutons que cette locomotive a été construite avec le concours de l'administration des Travaux publics, qui y a participé par une subvention de 15,000 francs, après examen des plans et programme de l'inventeur, et sur le rapport des ingénieurs de l'État.

M. Rarchaert avait d'ailleurs déjà été encouragé par une récompense Nationale de 5,000 francs pour ses utiles recherches, et comme prix d'un modèle du principe de sa locomotive, déposé depuis 1865 à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

En résumé, la locomotive Rarchaert, par l'effet de sa double articulation, passe sans frottement et avec une grande douceur dans les courbes de 50 mètres de rayon; son adhérence lui permet de franchir les fortes rampes avec de lourdes charges ; et, par la division de son poids sur huit roues, elle rend facile la construction et l'entretien de chemins de fer économiques, à voies légères, puisque, avec ce système, la pression des roues de la locomotive sur les rails est ramenée à celle des roues des wagons.

Comme conception mécanique, disposition et solidité de ses organes, leur proportion, leur accès facile pour la surveillance, le graissage et l'entretien ; comme simplicité de tout l'ensemble, par l'unité du moteur puissant; à tous les points de vue enfin, la locomotive si bien étudiée du système Rarchaert réalise le type parfait qui convient aux chemins de fer Départementaux.

Et nous ne pouvons pas nous empêcher de dire encore que cette machine a sa place toute marquée, mais dans des dimensions peut-être un peu plus fortes, sur les chemins de fer des Alpes, du Jura, des montagnes de l'Auvergne, comme la ligne de Tulle à Clermont, par exemple : là encore, là surtout, la locomotive Rarchaert permettra de tourner les obstacles, au lieu d'avoir à les vaincre au prix de lents et immenses travaux, et bien des millions seront économisés au profit du Trésor public et des Compagnies de chemins de fer.

DIMENSIONS PRINCIPALES.

APPAREIL DE VAPORISATION.

Boîte à feu.

Longueur extérieure du foyer	1m,300
Longueur intérieure	1 ,130
Largeur extérieure	1 ,176
Largeur intérieure	1 ,014
Hauteur du ciel du foyer près de la plaque	1 ,180
Hauteur du ciel du foyer près de la porte	1 ,130

Corps cylindrique.

Longueur du corps cylindrique entre les plaques...........	3m,857
Diamètre moyen..	1 ,150
Nombre des tubes..	123
Diamètre extérieur des tubes...........................	0m,050
Épaisseur des tubes.....................................	0 ,002
Épaisseur de la tôle au corps cylindrique..................	0 ,013
Épaisseur de la tôle au foyer extérieur...................	0 ,013
Épaisseur de la tôle au dôme de prise de vapeur............	0 ,010
Épaisseur du cuivre rouge au foyer.......................	0 ,013
Épaisseur de la plaque en cuivre rouge à l'endroit des tubes.	0 ,023
Épaisseur de la plaque tubulaire d'avant..................	0 ,020
Écartement des entretoises en cuivre rouge................	0 ,100
Diamètre des entretoises................................	0 ,022
Timbre de la chaudière..................................	9 kil.
Pression d'épreuve......................................	15 kil.

Surface de chauffe.

Du foyer...	5m2,730
Des tubes (extérieure).................................	74 ,530
Surface de chauffe totale..............................	80m2,260

Alimentation.

2 appareils Giffard, correspondant chacun à................	100 chev.

Transmission.

Diamètre des cylindres.................................	0m,400
Course des pistons.....................................	0 ,500
Longueur de la bielle motrice...........................	1 ,790
Rayon des manivelles d'accouplement......................	0 ,250
Diamètre des tourillons id.	0 ,060
Largeur id. id.	0 ,060
Diamètre du tourillon milieu de l'axe moteur..............	0 ,155
Largeur id. id.	0 ,190
Diamètre de l'axe moteur................................	0 ,160
Diamètres des boutons de manivelles motrices..............	0 ,100
Largeur id. id.	0 ,120
Rayon de manivelle des trois coudes.......................	0 ,250
Diamètre du tourillon milieu des essieux coudés............	0 ,140
Largeur id. id.	0 ,080

Roues et essieux.

Diamètre des huit roues au contact.......................	1m,102
Écartement des essieux extrêmes..........................	4 ,000
Écartement des essieux convergents.......................	1 ,600
Écartement des essieux parallèles........................	1 ,200
Écartement intérieur des bandages........................	1 ,370
Largeur des bandages....................................	0 ,127
Diamètre au milieu des essieux droits.....................	0 ,130
Diamètre des fusées.....................................	0 ,140
Longueur id.	0 ,180

Caisses à eau.

Capacité des caisses à eau (les deux).....................	3m3,250

Caisses à charbon.

Capacité des deux	1^{m3},450

Poids de la Locomotive-tender.

En ordre de marche, au départ	31^k,000
Charge sur le 1er essieu	7 ,700
Id. 2e essieu	7 ,700
Id. 3e essieu	7 ,800
Id. 4e essieu	7 ,800

Conditions générales.

Courbes, rayon minimum	50 mèt.
Vitesse à l'heure maximum	50 kilom.
Effort de traction $\left(0{,}65\ \frac{Pd^2l}{D}\right) =$	4,254 kil.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant de tous les faits nouveaux qui se présenteront dans l'application générale des machines Rarchaert aux chemins de fer économiques. Nous avons toujours été convaincu que la seule solution logique du problème des fortes rampes et des courbes à faibles rayons était dans l'emploi de machines articulées, avec répartition du poids moteur sur le plus grand nombre possible de roues solidaires.

C. A. Oppermann.

§ 10. — LOCOMOTIVE A ENGRENAGE DU CHEMIN DE FER DU RIGI (Suisse).

Sa Voie et son Matériel spécial.

Pl. 17. — Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Le chemin de fer du Rigi, allant de Vitznau, sur le lac des Quatre Cantons, à Rigi-Kaltbad et à Haffel-Höhe, a été construit en 1869 et 1870 par MM. Riggenbach, Naeff et Zschokke, ingénieurs, pour le service des voyageurs se rendant sur le mont Rigi, qui est visité tous les ans par plus de 40,000 personnes.

M. Riggenbach, Ingénieur en chef des machines du Central-Suisse à Olten, avait déjà fait breveter en France, en 1863, un système de locomotives pour montagnes avec rail central à crémaillère. Au retour de son voyage à Boston, où il étudia, en 1868, le chemin de fer du mont Washington, qui a une rampe de 33 p. 100 et atteint une altitude de 7,400 mètres, il s'associa avec MM. Naeff et Zschokke, pour achever les études relatives à l'application de son système modifié.

La concession fut obtenue, au commencement de 1869, du gouvernement de Lucerne, qui autorisa la formation d'une Société par actions au capital de 1,250,000 francs pour la construction de la voie et du matériel de la ligne.

Les travaux commencèrent en novembre 1869, et l'inauguration de la ligne eut lieu le 23 mai 1871. La longueur totale du tracé est de 5,340 mètres, et la différence de niveau entre les deux points extrêmes est de 1,200 mètres.

La rampe est de 0,067 à la station de départ du « Landungsplatz », et elle reste la même pendant la traversée du bourg de Vitznau ; puis la rampe varie entre 0,18 et 0,25, le maximum étant atteint sur un tiers de la longueur de la voie : la moyenne de la rampe est de 0,19.

Les courbes ont toutes un rayon de 180 mètres.

La voie, avant d'arriver au sommet du Rigi, traverse successivement un tunnel de 75 mètres de long, un pont de 85 mètres et une grande tranchée en roches.

La vitesse moyenne du train est de 1^m,334 par seconde, et l'on met une heure pour se rendre jusqu'à Kaltbad, et une heure et demie pour aller jusqu'à la hauteur du Staffelgrats; la durée du voyage à pied est de deux heures et demie.

La voie sera prolongée jusqu'au Rigi-Kulm, situé à une lieue au delà du Staffelgrats.

LOCOMOTIVE DU RIGI.

La locomotive a été construite par M. Riggenbach à Olten, dans les ateliers du Central-Suisse. Sa force est de 120 chevaux, et son poids, avec le tender chargé, est de 12,500 kilogrammes.

Un cadre métallique repose sur deux axes, et porte en son milieu une chaudière verticale, placée de manière à se trouver dans une position verticale, quand la voie sur laquelle se trouve la machine, a une inclinaison de 0,19 par mètre.

Il a fallu adopter la disposition verticale, parce que, dans une chaudière horizontale, la différence des hauteurs du niveau de l'eau au-dessus des tuyaux, aux extrémités de la chaudière, aurait été trop considérable.

La locomotive garde toujours la même position sur la voie, de sorte que la chaudière est toujours inclinée du même côté, dans la montée comme dans la descente.

Du côté de la vallée se trouve le tender, composé d'une caisse à charbon et d'un réservoir d'eau fixés sur le cadre de la machine ; à l'autre extrémité est un compartiment avec parois en treillis, destiné aux bagages des voyageurs.

Les deux cylindres à vapeur sont disposés de chaque côté de la base de la chaudière en dehors des longerons du cadre ; ils ont $0^m,27$ de diamètre et une course de $0^m,40$.

Les tiges de pistons agissent par l'intermédiaire de bielles sur les coudes d'un arbre moteur qui porte les excentriques manœuvrant les coulisses de changement de marche.

L'arbre moteur porte des roues dentées de $0^m,2227$ de diamètre, et ayant 14 dents qui agissent sur les roues de $0^m,6842$ de diamètre et de 43 dents fixées sur l'essieu moteur.

Cet essieu reçoit les roues porteuses inférieures de la locomotive et la roue dentée qui engrène avec la crémaillère du rail central. Cette roue dentée a un diamètre de $0^m,6366$ et porte 20 dents, dont l'épaisseur est de $0^m,049$ sur le cercle primitif de l'engrenage.

Le second essieu de la locomotive reçoit de même deux roues porteuses, et au milieu une roue dentée semblable à celle de l'autre essieu, mais qui ne sert que comme frein lorsqu'on doit arrêter la machine. A cet effet, l'axe porte entre la roue dentée et les roues courantes deux poulies sur lesquelles agissent les joues des freins pendants, que l'on actionne depuis le tender par des pièces intermédiaires, reliées à la base de la vis que l'on fait tourner à l'aide d'un plateau-manivelle fixé à sa partie supérieure.

Sur l'arbre moteur se trouve aussi un frein à poulie plus petite, dont les joues sont serrées à l'aide d'une manivelle.

Les poulies, de même que celles des freins de la voiture, ne sont pas à surface lisse, mais elles sont tournées avec un grand nombre de gorges à section triangulaire dans lesquelles pénètrent les saillies correspondantes des joues ; on augmente ainsi dans une forte proportion la surface de frottement des freins.

La vapeur sortant de la chaudière passe à travers une soupape manœuvrée par une manivelle, et se rend, à l'aide d'une fourche, dans les deux tuyaux qui la mènent aux cylindres. La vapeur d'échappement est conduite dans la cheminée par la partie supérieure d'un autre tuyau.

Pour la descente, on arrête l'introduction de la vapeur à l'aide de la manivelle *ad hoc ;* les pistons marchent à vide, et on laisse pénétrer l'air de telle sorte que l'action des pistons sur la roue dentée ait pour effet de rendre uniforme le mouvement de descente opéré par la pesanteur.

L'air qui règle ainsi la marche des pistons est amené par la partie inférieure du tuyau d'échappement et refoulé dans les tuyaux d'introduction, pour s'échapper par un robinet de sortie, dont l'ouverture est d'un diamètre tel que l'air des cylindres ne peut s'échapper qu'avec un frottement déterminé, donnant dans les cylindres la résistance nécessaire pour équilibrer l'effet de la pesanteur tendant à accélérer le mouvement de descente. La capacité du tiroir et des tuyaux d'introduction remplit alors le rôle d'un réservoir d'air où la pression se régularise.

L'entrée de l'air dans le tuyau d'échappement a lieu par une boite où se trouvent deux

soupapes de $0^m,12$ de diamètre; l'une s'ouvre vers la partie supérieure du tuyau et sert à l'échappement de la vapeur dans la cheminée; la seconde se trouve sur le fond de la boite et y laisse pénétrer l'air extérieur qui se rend par la partie inférieure du tuyau d'échappement. Ces deux soupapes sont reliées par un levier commun disposé de telle sorte que, lorsqu'on ferme l'une des soupapes, l'autre se trouve ouverte.

De plus, pendant la descente du train, un petit tuyau, venant du tender, envoie un petit filet d'eau dans les cylindres, que l'on rafraichit ainsi, tout en empêchant les pistons de marcher à sec et en préservant ainsi leurs garnitures.

Enfin, pour empêcher le déraillement dans le cas où les roues dentées désengréneraient, on a disposé deux fortes pièces en fer carré de $0^m,18$ de côté fixées à l'avant et à l'arrière de la locomotive, et se recourbant sous les semelles supérieures du rail denté central, avec un jeu vertical et horizontal de $0^m,015$.

VOITURE A VOYAGEURS. (*Fig.* 4 et 5.)

La voiture est ouverte de tous les côtés pour laisser la vue complétement libre : son poids mort est de 4,000 kil. et elle peut contenir 54 voyageurs, à raison de six sur chacun des neufs bancs disposés à l'intérieur de la voiture, dans le sens transversal. Ces bancs sont formés par six cadres en fer de petite section, qui reçoivent des lattes en bois formant le siége et le dossier, et vissés sur le cadre.

Chacun des axes de la voiture porte deux roues courantes calées sur l'essieu, deux poulies à freins et une roue dentée engrenant avec la crémaillère. Il y a deux mécanismes pour la manœuvre des freins des deux essieux; on peut ainsi rendre l'essieu et ses roues immobiles, et empêcher par suite la roue dentée de se déplacer sur la crémaillère.

Il n'y a pas d'accouplement entre la locomotive et la voiture; cette dernière s'appuie simplement sur la locomotive, qui ne fait que la guider en la poussant dans la montée ou en modérant sa marche dans la descente.

DÉTAIL DE LA VOIE. (*Fig.* 7 à 11.)

La voie est formée par des traverses de $2^m,40$ de longueur, espacées de $0^m,75$ d'axe en axe et fixées sur deux longrines qui maintiennent leur écartement. Ces traverses portent les rails ordinaires et le rail denté, et l'on empêche le glissement des traverses sur le sol à l'aide de massifs en maçonnerie espacés le long de la voie à des distances de 75 mètres.

Les rails ont l'écartement ordinaire de $1^m,435$ entre les bords intérieurs, mais ils sont plus légers que les rails de grande ligne et ne pèsent que $16^k,66$ par mètre courant.

La crémaillère ou rail central, qui engrène avec les roues dentées *en acier fondu* fixées sur les essieux de la locomotive et du wagon, a une largeur intérieure de $0^m,126$ et une hauteur de $0^m,120$. Elle est formée par deux fers en U adossés de $0^m,12$ de hauteur et de $0^m,0125$ d'épaisseur d'âme, avec des ailes de $0^m,06$ de longueur et de $0^m,010$ d'épaisseur, à travers lesquels se trouvent rivés comme les échelons d'une échelle des dents en fer forgé qui ont $0^m,036$ de hauteur, et une largeur de $0^m,055$ à la base et de $0^m,036$ à la partie supérieure; les extrémités des dents qui traversent les fers en double T ont une section arrondie sur les deux faces verticales et plane sur les deux autres côtés.

On a formé la crémaillère de pièces successives de 3 mètres de longueur assemblées bout à bout par des éclisses boulonnées.

Dans les courbes, il a fallu converger les dents vers le centre du cercle, de 180 mètres de rayon.

Aux deux extrémités de la ligne sont des stations, et au milieu de la longueur de la voie se trouve une voie de garage. Comme l'emploi des roues dentées empêchait d'adopter un des systèmes de changement de voie ordinaire, on a établi un pont tournant qui permet de transporter le train de la voie principale sur la voie latérale.

Ce pont tournant, mobile autour d'un pivot, se compose de deux poutres en fer à double T portant les rails, et reliées entre elles à leur partie inférieure par des contreven-

tements horizontaux pour constituer un cadre résistant. En trois points du cadre on a établi des pièces transversales qui portent des galets se mouvant sur des rails courbes.

La rotation du pont est effectuée à l'aide d'un treuil qui actionne une roue dentée.

La longueur de ce pont tournant est de 15 mètres; elle permet de recevoir la locomotive et la voiture à voyageurs.

PONT SUR LE SCHNUR-TOBEL.

Ce pont a été construit avec une courbe de 180 mètres de rayon, et une rampe de 25 p. °/₀; il forme donc un *arc d'hélice* qui a 85 mètres de longueur.

Il se compose de deux poutres en tôle, écartées de $2^m,10$ d'axe en axe et contreventées verticalement de $1^m,50$ en $1^m,50$ par des fers à T, disposés à la partie inférieure, et par des fers plats en croix de Saint-André, fixés sur des cornières rivées sur l'âme des poutres. Il y a, de plus, un contreventement horizontal établi à l'aide de croix de Saint-André disposées sous les semelles inférieures des poutres. L'âme des poutres est formée par des plaques de tôle de $1^m,20$ de hauteur et de 3 mètres de largeur; les semelles sont composées de tôles de $0^m,300$ de largeur, renforcées en quadruple épaisseur au milieu des trois portées de $25^m,50$.

Par-dessus ces poutres se trouvent des pièces de pont en fer à double T, qui portent des traverses longitudinales pour le rail denté central et les rails courants, ainsi que les deux trottoirs en madriers; les garde-corps sont en fers légers.

L'extrémité inférieure du pont repose sur une base d'appui taillée dans le rocher; l'autre extrémité est portée par une culée en maçonnerie où se trouve l'appareil de glissement qui permet la dilatation libre du pont.

En outre, le pont est supporté par deux piles en fer à double T et fers cornières, reposant sur des socles en maçonnerie.

Depuis le 23 mai 1871, jour de l'inauguration de la ligne du Rigi, jusqu'au 20 août, l'on a transporté environ 30,000 personnes et 200,000 kilogrammes de bagages.

La recette totale a été de 255,000 fr., soit 21 p. 100 du capital.

M. *Riggenbach* a construit depuis une seconde ligne d'intérêt local, partant de la station d'Ostermudigen, entre Berne et Thun, pour se rendre à une grande carrière de pierres. Cette ligne a une rampe de $0^m,10$ entre deux parties extrêmes en palier. La locomotive peut être utilisée comme une locomotive ordinaire sur la voie en palier, et agit sur une crémaillère pour la marche en rampe. Quand on est arrivé au haut de la montée, on débraye de nouveau la roue dentée de la locomotive.

§ 11. — CHEMIN DE FER A RAIL UNIQUE

Système Larmanjat.

Pl. 16. — Fig. 1, 2, 3, 4, 5.

M. Larmanjat est l'auteur d'un système de chemins de fer à rail unique, dont il a déjà fait plusieurs essais assez vivement discutés.

Nous exposons ici, avec une entière impartialité, les idées et les arguments de l'inventeur, qui est un homme ingénieux et actif.

Ce système se compose d'un rail et d'une chaussée empierrée ou de longrines en bois, qui permettent d'augmenter l'adhérence des roues motrices de la locomotive et de réduire en même temps au minimum la résistance à la traction, en faisant porter les autres roues de la locomotive et celles des wagons du train sur ce rail unique.

Le but que se propose l'inventeur est d'établir des chemins de fer d'intérêt local, avec le moins de dépenses possible, qui peuvent, sans aucun inconvénient, avoir des rampes de $0^m,03$ à $0^m,06$ par mètre, et des courbes dont le rayon peut descendre jusqu'à 5 mètres.

Locomotive. — Elle est munie de quatre roues, dont l'une placée à l'avant et l'autre à l'arrière reposent sur le rail et servent de direction; les deux autres sont les roues mo-

trices et reposent sur le sol ou sur les longrines pour y puiser leur adhérence. Afin de reporter à volonté le poids de cette machine, soit sur le sol, soit sur le rail, on l'incline à volonté à l'aide d'une vis munie d'un volant qui se manœuvre à la main sur l'avant. Les deux roues motrices ne sont pas calées sur leur arbre afin de pouvoir tourner facilement dans les courbes à faible rayon. Pour cela les deux roues sont munies de ressorts en spirale, dont une extrémité est fixée à l'essieu et l'autre au moyeu de la roue, de telle manière que la machine ne se déplace qu'après un certain nombre de tours du moteur, agissant sur le ressort qui s'enroule, jusqu'à ce que la tension soit égale à la force nécessaire pour mettre le train en mouvement, avantage qui facilite le démarrage en emmagasinant la force dans le ressort. Par ce moyen, lorsque l'on a une courbe d'un faible rayon à franchir, un des ressorts se détend de toute la différence que la roue doit parcourir par rapport à l'autre, et, de cette manière, on évite la torsion de l'arbre et le ripage de la roue sur le sol.

Avant de donner la description du wagon, nous allons rappeler les résultats obtenus au dynamomètre, sur différentes voies, en prenant pour terme de comparaison un poids de 1,000 kilos à traîner.

Traction 33 kilos sur route macadamisée.
— 14 — sur route en bois.
— 10 — sur chemin de fer dit américain.
— 5 — sur chemin de fer ordinaire.
— 4 — seulement sur le système à rail central (d'après l'inventeur).

WAGON.

Le wagon est muni de quatre roues, dont deux, placées à chaque extrémité, sont fixées à l'axe longitudinal ; deux autres roues sont placées transversalement au milieu du wagon.

Les deux roues des extrémités du wagon sont à gorge et montées sur pivot ; elles ont pour but la direction du wagon sur le rail et portent une grande partie du poids ; les deux autres sont montées de la même manière que celles des voitures ordinaires et placées au milieu du wagon ; elles ont pour but de maintenir l'équilibre en reportant le poids principal sur le rail central, ce que l'on peut comprendre en comparant le wagon à un cône ou pain de sucre, reposant de tout son poids sur la pointe, et qu'un faible effort sur les côtés suffit à maintenir en équilibre. Cependant, si les roues d'équilibre roulent sur le fer, la charge peut être également répartie ; si, au contraire, elles roulent sur le sol, on comprendra qu'il est avantageux de transporter sur le fer la plus grande partie de la charge à remorquer pour diminuer l'effort de traction, puisque celle-ci est de 33 kilos sur macadam et 4 kilos sur rail central. L'avantage principal obtenu par le wagon roulant sur le rail central, est relatif à la traction dans les courbes. En effet, le wagon monté pour le rail central tourne dans des courbes d'un rayon de 5 mètres, et sans exiger une augmentation sensible d'effort de traction. Disons, en passant, que cette possibilité de tourner dans de petits rayons est favorable à l'application des chemins de fer d'intérêt local et vicinaux, pour lesquels on ne saurait supporter les grandes dépenses de travaux d'art, système qui en permet l'application sur nos routes actuelles.

Nous allons maintenant établir des prix de comparaison entre un chemin de fer ordinaire à deux files de rails, voie de $1^m,50$, et un chemin à rail unique, système Larmanjat. Nous avons supposé que les voies doivent donner passage à des machines et wagons de 14 ou 8,000 kilos, et nous n'avons pas tenu compte des acquisitions ou concessions de terrains variables suivant les localités.

FRAIS D'EXPLOITATION.

Prix d'une voie à deux files de rails, pour le passage d'une machine pesant 8 *tonnes :*

30 kilomètres de rails, devant peser $12^k,70$ le mètre courant, à 17,650 fr. le kilomètre	529,500 fr.
6 machines, nécessaires à un parcours journalier de 720 kilomètres, à 18,000 fr. l'une	108,000
8 wagons à voyageurs de 20 places chacun, à 5,000 fr.	40,000
40 wagons à marchandises, à 3,000 fr. l'un	120,000
4 plaques tournantes, à 4,000 fr. l'une	16,000
Total	813,500 fr.

Frais de traction, d'intérêt, d'amortissement du capital et du renouvellement du matériel, à quinze pour cent, soit pour 813,500	122,025
4 mécaniciens, à 175 fr. par mois, pour l'année	8,400
4 chauffeurs, à 130 fr. par mois, pour l'année	6,240
1,051 tonnes de charbon, à 25 fr. la tonne	26,275
Total	162,940 fr.

Prix de la voie à rail unique, pour le passage d'une machine pesant 8 *tonnes :*

30 kilomètres de voie à un rail, à 10,175 fr. le kilomètre	305,250 fr.
4 machines devant suffire à un parcours journalier de 240 kilomètres, à 20,000 fr. l'une	80,000
8 wagons à voyageurs de 20 places, à 5000 fr.	40,000
40 wagons à marchandises, à 3,000 fr. l'un	120,000
Total	545,250 fr.

Frais de traction, d'intérêt, d'amortissement du capital, et renouvellement du matériel à quinze pour cent, soit pour 545,250 fr.	81,787 fr. 50
3 mécaniciens, à 175 fr. par mois, pour l'année	6,300 »
3 chauffeurs, à 130 fr. par mois, pour l'année	4,620 »
613 tonnes de charbon, à 25 fr. la tonne	15,325 »
Total	108,032 fr. 50

Différence en faveur du système à rail unique, 54,907 fr. 50, soit environ 40 p. % d'économie sur les frais d'exploitation et d'intérêt seulement.

Aperçu des prix pour d'autres modes de voies, avec rail unique :

1° Voie entièrement en macadam, en supposant la fourniture de cailloux nécessaire au rétablissement de la chaussée, ainsi que le cylindrage et l'arrosage.

1,000 mètres de rails, à $12^k,70$ le mètre courant, soit 1,270 kilos, à 25 fr. les 100 kil	3,175 fr.
Éclisses, boulons, crampons, écrous	200
1,000 traverses à $0^f,50$ la pièce	500
Pose du rail et dérochage du macadam, à 1 fr. 35 le mètre linéaire, soit	1,350
Fourniture de cailloux et sable	500
Compression et arrosage	1,000
Imprévu et frais généraux	275
Prix du kilomètre	7,000 fr.

2° La voie sur le bord du fossé et une longrine en chêne de ce côté.

1,000 mètres de rails, à 12^k,70 le mètre courant, soit 1,270 kil., à 25 fr. pour 100 kil.	3,175 fr.
Éclisses, boulons, crampons, environ	200
333 grandes traverses, 666 petites, } ensemble 21 mètres cubes, à 80 fr. le mètre cube.	1,680
Pose du rail, nivellement, à 2 fr. 50 le mètre de voie	2,500
Fourniture de cailloux et sable	500
Imprévu et frais généraux	445
Prix du kilomètre	8,500 fr.

ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE.

1° *Prix comparatif de la voie à deux files de rails, pour adoption de machines de 14,000 kilogrammes, en service :*

2,000 mètres de rails à 20 kilos le mètre courant et 250 fr. la tonne	10,000 fr.
Éclisses, boulons, crampons, environ 300 fr.	300
1,000 traverses à 4 fr. l'une	4,000
Ballast (par kilomètre)	6,400
Pose de la voie, sabotage des traverses, etc., le mètre courant, 3 fr	3,000
Imprévu et frais généraux	1,000
Prix par kilomètre	24,700 fr.

Prix de la voie à deux files de rails, pour adoption de machines de 8,000 kilogrammes en service :

2,000 mètres de rails à 12^k,70 le mètre courant et 250 fr. la tonne	6,350 fr.
Éclisses, boulons, crampons, environ	250
1,000 traverses à 3 fr. l'une	3,000
Ballast	4,800
Pose de la voie et sabotage des traverses	2,500
Imprévu et frais généraux	800
Prix du kilomètre	17,700 fr.

2° *Prix de la voie à* RAIL UNIQUE, *pour adoption de machines de 8,000 kilogrammes :*

1,000 mètres de rails à 12^k,70 le mètre courant et 250 fr. la tonne	3,175 fr.
Éclisses, boulons et crampons, environ	200
333 grandes traverses, 666 petites et 2,000 mètres courants longrines	3,500
Pose de la voie, à 2 fr. le mètre	2,000
Ballast, 100 mètres cubes à 8 fr. l'un	800
Imprévu et frais généraux	500
Prix du kilomètre	10,175 fr.

Prix de la voie à RAIL UNIQUE, *pour adoption de machines de 500 kilogrammes :*

1,000 mètres de rails, à 8 kilos le mètre courant et 250 fr. la tonne	2,000 fr.
Éclisses, boulons, crampons, environ	150
333 grandes traverses, 666 petites et 2,000 mètres longrines, ensemble	2,500
Pose de la voie, à 1 fr. 75 le mètre	1,750
Ballast, 75 mètres cubes, à 8 fr	600
Imprévu et frais généraux	400
Prix du kilomètre	7,400 fr.

Il nous reste à présent à donner les frais comparatifs d'exploitation pour un parcours de 30 kilomètres, par exemple, avec voies à deux files de rails ou à rail unique. Les frais du personnel d'exploitation étant les mêmes dans les deux cas, nous nous occuperons seulement des frais de traction, d'entretien du matériel fixe et du matériel roulant, et de l'intérêt du capital engagé.

3° La voie supposée en plein champ, avec deux longrines en chêne.

1,000 mètres de rails, à 12k,70 le mètre courant, soit 1,270 kil., à 32 fr. les 100 kilos, soit		4,064 fr.
Éclisses, boulons, crampons, environ		300
333 grandes traverses, 666 petites, 2,000 mètres de longrines,	ensemble 40mc,00, à 100 fr. le mètre cube.	4,000
Pose de la voie, à 3 fr. le mètre		3,000
Fourniture de ballast, 600 mètres cubes, à 8 fr		4,800
Imprévu et frais généraux		1,036
Prix du kilomètre		17,200 fr.

Les prix détaillés ci-dessus sont variables suivant les prix des fers. Du reste les personnes qui peuvent avoir besoin de ces renseignements les préciseront toujours suivant le cours des matériaux et les localités ; l'essentiel est de leur donner les poids et les cubes exacts de ces mêmes matériaux.

M. Larmanjat établit deux types de machines locomotives.

La première, du poids en service d'environ 6 tonnes, peut s'appliquer plus spécialement aux trains mixtes.

Elle marche à la vitesse de 16 à 18 kilomètres à l'heure, et peut remorquer, en outre de son poids, un train de 35 tonnes sur rampes de 0m,02 par mètre.

Pour les rampes supérieures, un changement de vitesse permet de remorquer ce même train sur rampes de 0m,05 par mètre.

La seconde, du poids d'environ 10 tonnes en service, peut remorquer sur rampes de 0m,02, en outre de son poids, un train de 50 tonnes, et elle fonctionne à la vitesse de 10 kilomètres à l'heure.

Un changement de vitesse permet, suivant l'inventeur, de remorquer ce même train sur rampes de 0m,04 à 0m,05 par mètre.

A niveau, cette machine remorquerait un train de 180 tonnes.

La consommation de ces machines varie, d'après les indications de M. Larmanjat, de 8 à 15 kilogrammes par kilomètre.

Le prix de la première est d'environ 20,000 fr., et celui de la seconde de 26,000 fr.

Prix du matériel roulant :

Voitures à voyageurs, 1re et 2e classes, 20 places	5,500 fr.
— 3e classe, 20 places	4,600
Fourgons à bagages pour 5,000 kilog	3,200
Wagons, tombereaux ou plates-formes pour 5,000 kil	2,500

§ 12. — LOCOMOTIVE AGUDIO, A CABLES ET RAIL CENTRAL.

Le système de M. Agudio (Député italien) consiste, en principe, à franchir les pentes et rampes au moyen de câbles agissant par voie de *moufles*, et par multiplication de force, permettant de réduire d'autant le diamètre et le prix des câbles.

Nous avouons ne pas avoir une bien grande confiance dans la facilité du fonctionnement pratique de ce système, car il est déjà bien difficile de maintenir en bon état d'en-

tretien un câble unique, animé d'une vitesse uniforme. Cependant, comme le système AGUDIO a fait un certain bruit, peut-être à cause de la position de son auteur plutôt que par son mérite propre, et qu'il a été l'objet de nombreuses communications à la *Société des Ingénieurs civils* de France, nous nous croyons tenus d'en donner, ici, au moins une description sommaire.

Le dispositif général du système diffère à plusieurs égards de celui qui fonctionne à Liége.

Au lieu d'avoir une machine motrice fixe unique, placée au point culminant du chemin et agissant par traction sur la partie ascendante de la corde sans fin à laquelle le convoi est attaché, on a ici *deux machines motrices*, une en haut, l'autre en bas du chemin, ayant toutes deux la même force, et tirant les deux brins de la corde, l'une en haut, l'autre en bas, de manière à lui donner un mouvement continu.

La corde s'enroule plusieurs fois autour d'un système de roues à gorge, assez hautes, formant moufles, et portées par un long chariot articulé à l'américaine.

Ce chariot est le *locomoteur* du train, et ce dernier se déplace avec une vitesse moindre que celle du câble principal, par l'effet même de sa composition; mais il agit avec une force multipliée autant de fois que le câble revient sur lui-même en tournant autour des poulies couplées qui constituent le mécanisme locomoteur.

On voit que l'idée est ingénieuse, comme moyen de vaincre la grande résistance qu'offrira le poids d'un convoi sur une pente raide de $0^m,025$, $0^m,030$, $0^m,040$, $0^m,050$, même au-delà. Mais, nous le répétons, elle ne nous paraît qu'ingénieuse, et, en fin de compte, au point de vue de l'économie des frais de traction, on n'empêchera jamais que, pour faire monter un poids donné à une hauteur déterminée, il ne faille une même quantité de travail moteur et, par suite, de combustible, quelque savantes que puissent être les transformations de la force motrice.

C'est toujours le principe fondamental de la transmission du travail, et de l'équivalence du travail moteur au travail résistant (en cas de mouvement uniforme), qui est ignoré ou méconnu de la plupart des inventeurs.

Quoiqu'il en soit, comme, en fin de compte, *l'application* pratique n'a pas encore prononcé en dernier ressort sur la préférence à donner au système locomoteur avec ou sans moufles, sur les autres systèmes à câbles fixes ou mobiles, voici le compte rendu d'une intéressante discussion qui a eu lieu à la Société des Ingénieurs civils, lorsque M. AGUDIO a proposé l'adoption de son système pour le franchissement supérieur du Mont-Cenis :

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS.

Extraits de la Séance du 6 *septembre* 1867.

Présidence de M. Eug. FLACHAT.

Locomotive AGUDIO.

M. LE PRÉSIDENT invite M. AGUDIO à faire connaître à la Société les perfectionnements qu'il a introduits dans la machine qu'il a envoyée à l'Exposition, et à revenir même, s'il le croit nécessaire, sur la description générale de son système de traction.

M. AGUDIO, en remerciant M. le président de la bienveillance qu'il lui manifeste, rappelle à la Société les discussions qui ont eu lieu sur ce sujet, il y a deux ans, à la suite du rapport de M. MOLINOS. Il rappelle ensuite les résultats de ses expériences, qui ont été faites sur une grande échelle et auxquelles ont assisté plusieurs membres de la Société.

Les commissions officielles des gouvernements de France, d'Angleterre, d'Italie et de la Suisse ont constaté, dans leurs rapports, l'aptitude pratique de son système. Depuis lors, M. Agudio a dirigé ses efforts vers la réalisation d'un projet d'application de son appareil sur le versant italien du mont Cenis. Il proposait de réunir le village de la Novalaise, près de Suse, avec le haut plateau du mont Cenis, au moyen d'un plan incliné de 11 kilomètres de longueur, ayant 12 p. 100 de pente et des courbes de 300 mètres de rayon.

D'après ce projet, on aurait franchi le sommet de la montagne en moins d'une heure, en gravissant d'un seul trait la différence de niveau de près de 1,320 mètres, qui existe sur les points sus-désignés. M. Agudio comptait remorquer des convois de 50 tonnes utiles à la vitesse de 15 kilom. à l'heure, en faisant servir à la traction et comme frein la puissance hydraulique de la Cénise, qui pourrait fournir sur le moteur supérieur une quantité d'eau minimum de 600 litres par seconde, avec une chute de 145 mètres, et qui aurait donné facilement sur le moteur inférieur une force encore plus considérable, si elle était nécessaire.

La réalisation de ce projet demandait une somme de trois millions de fr. environ, c'est-à-dire à peu près ce qu'on a dépensé aujourd'hui sur le même versant avec le système Fell. Le plan incliné aurait été couvert sur toute son étendue, et pour la plus grande partie creusé en galeries pariétales sur le flanc très-escarpé de la montagne.

La Société Fell consentait à faire ce travail, mais elle exigeait une importante subvention de la part du gouvernement italien et de la ville de Turin, subvention qui, malheureusement, n'a pas été accordée.

L'emploi d'un tel moyen aurait, suivant M. Agudio, permis d'économiser presque la moitié des dépenses d'exploitation du chemin de fer.

M. Agudio indique que c'est dans cette circonstance que son locomoteur a été remanié. La nécessité d'employer les freins des convois Fell, même sur le plan incliné funiculaire, a conduit à employer un rail central au lieu du câble toueur. En dehors de cette considération, la modification paraît constituer un véritable perfectionnement du système, parce qu'elle augmente considérablement la sécurité, qu'elle permet de passer sur des courbes d'un rayon aussi restreint qu'avec la locomotive Fell, qu'elle rend la machine plus courte et beaucoup plus légère, tout en augmentant son effet utile.

Outre cela, l'appareil a gagné une grande stabilité, parce que son centre de gravité se trouve reporté très-bas, et parce que les 6 roues horizontales agissant sur le rail central servent à neutraliser entièrement l'effet de torsion que, par la traction latérale, les deux brins du câble moteur tendent à produire sur l'axe longitudinal de la machine.

Enfin, la voie étant établie avec le rail central pourra admettre un service commun avec la locomotive Fell ; et le locomoteur pourra servir à celle-ci d'un puissant auxiliaire là où la rampe sera très-forte et où l'on aura à sa disposition les forces hydrauliques de la localité.

Revenant sur le principe de son système, M. Agudio fait observer qu'il est tout autre que le mode de traction ordinaire par câble. On doit l'envisager comme une véritable transmission télodynamique à double effet, qui agit au moyen de deux moteurs, chacun d'eux étant appliqué sur l'une des extrémités d'un câble sans fin. Ici, le récepteur de la force transmise par les deux brins moteurs, au lieu d'être fixé à un point déterminé, comme cela a lieu ordinairement, est au contraire placé sur un chariot mobile dit *locomoteur*, lequel doit précisément se déplacer par l'action de la force qu'il reçoit. Si le déplacement a lieu en montant un chemin de fer en rampe, et si l'action de deux moteurs est de force égale, le brin ascendant du câble contribuerait à produire l'ascension du chariot également et avec la même efficacité que le brin descendant, bien que celui-ci ait une marche contraire à celle du chariot. Or, les tractions qu'exercent les deux brins du câble étant égales entre elles et de sens opposé, s'équilibrent réciproquement l'une l'autre sur le locomoteur, de sorte qu'il ne reste disponible pour la traction que le mouvement de rotation des poulies sur lesquelles les deux brins font un tour. Par une combinaison d'engrenages et de bielles et manivelles, le mouvement se communique aux quatre roues portant la machine et aux six roues horizontales pinçant le rail central, et produisant le déplacement du locomoteur.

Telle est l'idée générale de ce système, appliqué au cas particulier du Mont-Cenis.

M. Agudio appelle l'attention sur la différence qui existe entre la vitesse du câble et celle du locomoteur. L'accélération dans la marche du câble par rapport à la machine est en raison du rapport du diamètre des poulies à celui des roues, mais à cette première

cause s'en ajoute une autre, c'est le déplacement simultané des poulies et du câble. Si le diamètre des poulies est 2, 3 ou 4 fois celui des roues, le câble qui est obligé de se déplacer pendant que les poulies tournent, acquiert une vitesse qui est 3, 4 ou 5 fois celle du chariot.

Les engrenages n'ont aucune influence sur ces rapports de vitesse. Leur rôle est celui de transmettre le mouvement des poulies, sur lesquelles s'enroule le câble, à l'arbre qui commande le mouvement des roues adhérentes par le système de bielles et manivelles. Ces engrenages doivent en outre corriger la différence de vitesse de rotation des poulies, parce que le déplacement du chariot produit un mouvement différentiel sur les poulies. En effet, le couple des poulies qui tournent dans le sens du mouvement du locomoteur, doit diminuer leur vitesse tangentielle d'une quantité égale à l'avancement de leur centre, tandis que l'autre couple doit au contraire accélérer d'autant sa vitesse de rotation.

Ainsi, la roue et les pignons de l'engrenage qui reçoit l'action du brin ascendant auront tous un diamètre égal, tandis que pour l'autre engrenage on établira les rapports de 1 : 2 ou 3 : 5 ou 2 : 3, selon que le câble marchera 3 ou 4 ou 5 fois plus vite que la machine.

L'arbre central est en deux pièces, car les roues qu'il porte tournent en sens contraire l'une de l'autre, par suite du mouvement en sens contraire des deux brins du câble. Les deux moitiés de l'arbre transforment ensuite sur la machine leur mouvement de rotation en un mouvement de va et vient par l'intermédiaire d'un autre arbre transversal portant quatre leviers coudés qui commandent les boutons des manivelles des 4 roues verticales et des 6 roues horizontales, comme dans la locomotive Fell.

Une question très-sérieuse se présente dans la transmission de forces considérables par un câble à de grandes distances, surtout lorsque les résistances à vaincre, comme dans le cas actuel, sont très-variables. C'est la difficulté de régler l'effort de traction sur le câble pour ne dépasser jamais les limites de résistance dans lesquelles il peut travailler dans de bonnes conditions. En effet, une diminution brusque de vitesse dans la marche du train produirait toujours, sur le câble marchant à grande vitesse, un excédant de traction très-nuisible, qui aurait pour effet de l'énerver sur toute sa longueur, et même d'en causer la rupture. M. Agudio s'est beaucoup préoccupé de cette difficulté, et il croit l'avoir éliminée de la manière la plus complète.

Les deux roues dentées qui commandent l'arbre central sont reliées à celui-ci au moyen d'un embrayage Koëchlin, qui a subi une importante modification. Dans l'embrayage Koëchlin, le cercle de friction extérieur est fixé invariablement à la roue, pendant que l'autre cercle fait corps avec l'arbre. Dans la disposition adoptée par M. Agudio, le cercle de la roue n'est fixé à celle-ci que par l'adhérence résultant de la pression d'une série de ressorts à boudin concentriquement placés dans une cavité annulaire ménagée dans la jante de l'embrayage. On comprend qu'une fois la pression des ressorts réglée, l'effort que la roue peut transmettre à l'arbre reste limité, de même que la tension du câble sur les poulies et sur la machine. On règle pratiquement la tension des ressorts avec un appareil analogue à celui d'un frein Prony.

Ainsi, par les deux embrayages modérateurs de la tension des brins du câble, toute rupture paraît absolument impossible, si l'on a soin de le resserrer lorsqu'un long travail l'aura considérablement usé.

M. Agudio donne ensuite quelques indications sur son mode de suspension du câble au moyen de poulies sans friction, système d'Athwood (c'est-à-dire avec axes reposant eux-mêmes sur des galets croisés), et il invite les membres de la Société à vouloir bien examiner sur place ces détails pour se rendre compte de leur importance.

M. Vuillemin désire avoir quelques chiffres sur les dimensions du câble pour effectuer un travail déterminé sur un plan incliné de 8 à 10 kilom. de longueur et 8 à 10 p. 100 de rampe.

M. Agudio répond que, pour faire ce calcul, il doit établir d'abord la quantité d'adhérence dont il dispose sur la machine. Le locomoteur avec 6 roues horizontales et un

poids de 12 tonnes peut fournir une pression adhérente de 48 à 50 tonnes, qui, dans des conditions moyennes d'adhérence, permettront une traction de 7,000 et même 8,000 kilogrammes, si on considère qu'il est toujours facile d'empêcher le patinage momentané des roues, pour peu que l'on augmente le serrage sur le puissant appareil des 6 roues horizontales.

M. Vuillemin fait observer que pratiquement il vaut mieux se tenir à un coefficient d'adhérence un peu plus bas, et limiter ainsi l'effort de traction de 7,000 kilog., pour ne pas détériorer trop rapidement les bandages des galets horizontaux.

M. Agudio accepte cette donnée, et il démontre qu'en donnant aux gorges des poulies du locomoteur le diamètre de $2^m,10$ et $0^m,70$ à celui des roues, et en employant un câble de 1 kilog. de poids par mètre courant, il pourrait remorquer un convoi de 55 tonnes utiles sur le plan incliné à 10 p. 100, ayant 10 kilom. de longueur, en supposant que la moitié soit en courbe de 200 mètres de rayon.

L'effort maximum sur le câble serait en effet :

Sur la circonférence de chaque couple de poulies du locomoteur.	1,000	kilog.
Pour résister à la composante de son poids....................	1,000	—
Pour vaincre les résistances du câble (1,5 p. 100 de son poids)...	150	—
Pour le tendeur	200	—
Total de l'effort....................	2,350	—

Le câble en acier de 1 kilog. par mètre courant résisterait dans ce cas au 1/6 de l'effort de rupture, ou à l'effort de 18 kil. par millimètre carré de sa section. Le câble en fil de fer de Liége travaille au 1/5 de l'effort de rupture, et cependant il n'est pas exempt des effets de tiraillements dont est préservé le câble du système de M. Agudio.

Si le plan incliné devait satisfaire à un trafic journalier très-considérable, on portera à 2 kilog. le poids du câble par mètre courant, et on adoptera deux locomoteurs accouplés dos à dos comme pour les machines de Giovi ; cela permettra d'élever des convois de 100 tonnes utiles. Les trains à voyageurs, plus légers, partiront avec une seule machine, et alors le câble ne travaillera qu'au 1/9 environ de sa résistance à la rupture.

Le câble marchera à la vitesse de 16 à 17 mètres par seconde, ce qui est une vitesse modérée dans une transmission télodynamique. Les trains montants auront une vitesse qui sera de 1/4 de celle du câble, c'est-à-dire de 16 kilom. à l'heure. La descente des trains se fera avec une grande sécurité. Ils seront retenus soit par l'appareil à compression d'air mû par les roues adhérentes, soit en faisant marcher le câble qui trouverait une résistance sur les moteurs fixes, soit en agissant avec le frein des embrayages, soit enfin en faisant serrer le rail central par les deux pinces, très-puissantes, placées sur l'avant ou à l'arrière de chaque locomoteur.

Sur un plan incliné de 10 kilom. de longueur, destiné à franchir une différence de niveau de 1,000 mètres, dans l'hypothèse qu'il y eût trois convois journaliers de voyageurs à monter, et en supposant qu'un tiers du temps soit perdu dans les manœuvres, l'on pourra élever, dans une journée de 24 heures, 22 convois de 100 tonnes, ce qui correspond à 1,400 tonnes nettes de marchandises.

Cette énorme quantité de travail, dans le cas d'un passage des Alpes, pourrait aisément s'obtenir par deux puissantes machines hydrauliques de la force de 500 chevaux chacune.

Observation importante.

M. Vuillemin *craint qu'il ne soit difficile, pendant l'hiver, de se procurer une force aussi considérable par l'effet des chutes d'eau*, et, de plus, il considère comme un obstacle très-grave les conditions climatériques de ces localités, qui s'opposeront à l'adoption de ces plans inclinés, quelque avantageux qu'ils soient sous le rapport de l'économie d'établissement d'une ligne à travers les hautes montagnes.

M. Agudio fait remarquer qu'on a déjà répondu pratiquement à ces observations : au

mont Cenis, à la hauteur de 1,400 mètres au-dessus du niveau de la mer, les machines hydrauliques compriment l'air destiné à la perforation du grand tunnel, produisant, en toute saison, la force de 500 chevaux, laquelle pourrait même être doublée si le cas l'exigeait. Les observations et les expertises faites par les ingénieurs de la commission internationale italo-suisse, qui a étudié les différents passages des Alpes helvétiques, Saint-Gothard, Lukmanier et Simplon, ont démontré que des forces d'eau bien plus considérables qu'au mont Cenis étaient disponibles sur les versants de chacun de ces passages, dont on aurait pu disposer soit pour la perforation mécanique de grands tunnels, soit pour la locomotion des trains. Du reste, cette question géognostique avait été déjà résolue par Humboldt, lorsqu'il a déterminé, pour les différentes altitudes, l'épaisseur de la couche de glace qui fond annuellement par l'action du rayonnement calorifique de la terre en contact avec les glaciers. Cette fonte permanente des glaciers est la source unique qui alimente les fleuves pendant l'hiver, et sur laquelle on doit seulement compter dans l'établissement d'un moteur hydraulique.

La commission même du gouvernement qui a examiné la possibilité d'appliquer le système Agudio au passage des Alpes et qui a donné son opinion très-favorable, a trouvé qu'on pouvait parfaitement compter sur l'emploi d'une force hydraulique suffisante pour le moteur inférieur, et que, pour le moteur supérieur, il serait prudent d'établir en même temps une machine subsidiaire à vapeur, qui pourrait en tout cas travailler, avec la machine hydraulique, pour mieux assurer la quantité de force nécessaire à la traction.

Quant à la deuxième question, celle des neiges et de la tourmente, évidemment on ne saurait jamais la résoudre qu'en mettant le chemin à l'abri de ces agents atmosphériques par une galerie artificielle, comme cela se pratique aujourd'hui au passage provisoire du mont Cenis, avec le système Fell. Mais si, au moyen d'un chemin à très-forte rampe, de 28 à 30 kilomètres de longueur, on peut traverser la montagne, avec un tunnel de faite comparativement très-court, on n'hésitera certainement pas à consacrer la somme de 6 ou 7 millions pour une couverture générale de la ligne.

En définitive, les conditions comparatives d'un passage élevé, avec *système funiculaire hydraulique*, ont une supériorité sur celles d'un passage à grand tunnel, avec locomotive, par les motifs suivants :

1° On réduit à un quart environ le temps nécessaire à l'achèvement des travaux de construction de la ligne ;

2° On réduit à 1/6 ou 1/7 la dépense nécessaire ;

3° On réduit à moitié la longueur du parcours, et on aura un chemin entièrement à l'abri des neiges ;

4° Le système funiculaire peut satisfaire aux exigences du plus grand trafic qu'il est permis d'attendre ;

5° Le temps nécessaire au parcours de la haute traversée ne sera pas plus long que celui de la traversée par le grand tunnel ;

6° La marche des convois sur les plans inclinés se fera dans des conditions de sécurité la plus complète ;

7° L'emploi des moteurs hydrauliques rendra l'exploitation générale de la ligne plus économique que par le service des locomotives sur la ligne plus basse.

Ces considérations semblent suffisantes pour démontrer que ce serait une faute économique de recourir encore à l'expédient d'un grand tunnel, qui ne résout la difficulté que d'une manière très-incomplète et au prix d'énormes sacrifices. La nature, en créant aux communications les obstacles des montagnes, a fourni en même temps sur place les moyens de les surmonter.

Il s'agit seulement de savoir en profiter, et, si l'on veut, même d'une manière provisoire, en attendant que le jour arrive où la perforation des grands tunnels pourra se faire économiquement et rapidement. Alors on pourra faire disparaître l'obstacle d'une manière complète en ouvrant le tunnel au pied de la montagne, au lieu de l'élever, comme au mont Cenis, à 800 mètres au-dessus du niveau du chemin de fer de la plaine.

§ 13. — ÉTUDE GÉNÉRALE SUR LES LOCOMOTIVES ROUTIÈRES.

Systèmes **Albaret**, **Ransomes** et **Sims**, **Clayton** et **C°**, **Garett**, **Lotz**, **Aveling** et **Porter**, etc.

et sur leur application économique à la traction sur les routes à niveau et les chemins de halage des canaux.

L'idée d'employer la vapeur pour la locomotion sur les routes ordinaires est déjà ancienne. Tout le monde a vu au Conservatoire des arts et métiers la voiture à vapeur construite par Cugnot en 1770, et qui, après quelques essais, fut reconnue insuffisante. James Watt, Olivier Evans, Vivian et Trevethick prirent des brevets pour le même objet, mais aucune des dispositions imaginées par ces inventeurs ne devait être adoptée plus tard. A cette époque les recherches prirent un autre cours et se tournèrent vers l'application de la vapeur à la locomotion sur les voies ferrées; le développement prodigieux du réseau des chemins de fer dans tous les pays a démontré la supériorité de ce système de transport et réalisé la prédiction de l'Américain Evans qui, dès 1804, avait entrevu l'immense avenir du railway. Plus tard, on revint à l'idée première dans le but de compléter la révolution effectuée par les chemins de fer, en leur apportant plus économiquement les produits des points éloignés des gares. Un grand nombre d'Ingénieurs, surtout en Angleterre, s'occupèrent de cette question; mais c'est seulement depuis quelques années que les locomotives routières sont entrées dans le domaine pratique.

L'exposition de Londres de 1862 en présentait plusieurs spécimens, et à l'Exposition de 1867 on en a vu au Champ-de-Mars un certain nombre.

Avant d'aborder la description des types, nous ferons nos réserves sur l'importance qu'on doit attribuer à ces machines. Suivant nous, plusieurs causes tendent à en limiter l'emploi : en premier lieu, elles ne peuvent pas convenir pour des routes présentant de très-fortes pentes, et c'est précisément dans les contrées à profil accidenté qu'il serait souvent désirable de suppléer à l'absence de chemins de fer; ensuite elles ne s'appliquent économiquement qu'au transport de marchandises à petite vitesse et pour de petits parcours; dès que la distance devient assez considérable, aux frais de traction s'ajoutent des frais généraux plus élevés et des difficultés d'approvisionnement de la machine en eau et charbon. Si l'on veut transporter des voyageurs, il faut augmenter la vitesse, d'où plus grande dépense et fatigue de l'appareil à cause des chocs résultant des inégalités de la route; de plus, en cas de négligence de la part du mécanicien, les voyageurs ne peuvent plus compter sur l'intelligence du cheval qui, dans le cas des voitures ordinaires, préserve souvent d'accidents graves.

Enfin, et c'est là ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, *la résistance des véhicules au roulement sur une chaussée ordinaire est dix fois plus grande que sur un rail* : il faut donc, pour traîner la même charge, dix fois plus de vapeur et de combustible.

Ce n'est pas à dire que nous critiquions absolument ce système de locomotion; nous croyons au contraire qu'il peut rendre de grands services dans nombre de circonstances, par exemple pour le transport de marchandises à petite distance et à petite vitesse, de pièces lourdes dans certains établissements industriels, de produits agricoles dans les grandes exploitations. Dans ce dernier cas il est bon, ainsi que plusieurs constructeurs l'ont compris, que la machine, après avoir amené dans les champs les instruments destinés à la culture, puisse servir de moteur fixe pour les mettre en action et être employée enfin pour transporter les produits. Cette application à l'agriculture exige des machines robustes, simples, faciles à réparer et se prêtant aux diverses conditions dans lesquelles elles doivent être utilisées.

En un mot, l'économie n'aura lieu que s'il s'agit de transports en plaine, à petites distances, et à *régime intermittent* : dès qu'il y aura permanence et grande distance, le

roulement sur rails produira toujours une décisive économie de combustible, qui finira, en peu de temps, par compenser les frais d'établissement de la voie.

Les réserves exprimées plus haut étaient indispensables pour prévenir *que nous ne partagions pas, pour ces nouveaux engins, l'engouement de quelques personnes qui ont été jusqu'à dire que les locomotives routières rendaient inutile la construction de chemins de fer* dans les contrées qui n'en possèdent pas encore. Nous pensons (et cette opinion n'est pas particulière à la question qui nous occupe) qu'on ne doit pas adopter exclusivement tel ou tel système, mais choisir, dans chaque cas, celui qui paraît le mieux remplir les conditions du problème. Ainsi, il faut faire entrer en ligne de compte la configuration du sol, la nature et la quantité des objets à transporter, le prix d'établissement et les frais d'exploitation, etc.

1° Locomotive routière LOTZ fils aîné, *de Nantes.*

Pl. 18. — Fig. 1.

La locomotive Lotz présente des dispositions différant essentiellement des machines anglaises. La chaudière est verticale, à retour de flamme et placée à l'arrière tandis que la machinerie est disposée vers l'avant, le mécanicien se tenant au milieu. La préoccupation du constructeur paraît avoir été de rendre la chaudière complétement indépendante du reste et de grouper toutes les pièces du mécanisme de façon à leur faire occuper le moins de place possible, en les mettant en même temps sous la main du mécanicien.

Le cylindre à vapeur, conique, est vertical et renversé, soutenu à la portée supérieure par des colonnes en fonte. La distribution se fait par un tiroir à changement de marche.

La transmission de l'arbre moteur aux roues a lieu par un engrenage et une chaine sans fin. Un débrayage, placé sur l'arbre intermédiaire, permet d'obtenir à volonté trois vitesses différentes sans changer la vitesse du piston à vapeur.

La machine ne porte de chaine que d'un côté ; de l'autre la roue est indépendante, elle est menée par l'essieu au moyen d'une poulie et d'une bride analogues à celles dont nous avons parlé à propos de la locomotive Ransomes et Sims. Un frein puissant agit sur un volant-poulie fixé sur un arbre spécial de la machine, sans préjudice d'un autre frein serrant directement la roue portante.

La caisse à eau fait partie du bâti général et se trouve ainsi placée entre la chaudière et la machine. Elle contient une provision d'eau suffisante pour un parcours de 15 à 20 kilomètres, suivant la vitesse. L'alimentation de la chaudière se fait par une pompe placée sur le côté.

Le bâti général est suspendu sur ressorts pour éviter les dérangements et ruptures résultant des chocs; le crochet de traction pour l'attelage des autres véhicules est également muni d'un ressort.

L'ensemble est porté par trois roues seulement, deux à l'arrière qui sont les roues motrices, et une l'avant pour diriger l'appareil. Les grandes roues ont un diamètre de $1^m,50$, elles sont à rais en fer et à jante en fonte ; la jante est lisse, condition qui était imposée par l'arrêté ministériel du 20 avril 1866. Cette différence avec la plupart des machines anglaises tient à ce que les locomotives françaises sont exclusivement destinées à des transports sur routes, tandis que les anglaises sont surtout combinées dans le but de se déplacer elles-mêmes dans les champs de culture où elles doivent servir de locomobiles.

La roue directrice de la machine Lotz est manœuvrée par un conducteur placé à l'avant, au moyen d'un gouvernail qui permet de faire tourner cette roue autour d'un axe vertical.

Cette machine peut remorquer environ 20 tonnes, à la vitesse de 7 à 8 kilomètres, sur une bonne route ne représentant pas de rampes supérieures à $0^m,05$. Elle pèse en charge 9,500 kilogrammes et coûte 15,000 fr.

Elle présente plusieurs dispositions heureuses, la suspension sur ressorts, la position des appareils de manœuvre qui sont tous à la portée du mécanicien, le train de trois roues qui est simple. Elle donne prise aussi à quelques critiques; par exemple le mécanisme, placé verticalement et de façon à prendre peu de place, se compose de pièces de formes compliquées et enchevêtrées les unes dans les autres; il en résulte que pour démonter une pièce on est souvent obligé d'en enlever beaucoup d'autres, et que la visite et le graissage doivent être plus difficiles.

M. Lotz a attelé à sa machine de l'Exposition une voiture à voyageurs à impériale, suspendue sur ressorts et sur un train de trois roues; la caisse est placée très-bas, ce qui est une bonne condition de stabilité. Prix : 1,500 fr.

Nous avons vu aussi auprès de cette machine une locomotive porteuse, également sur ressorts. A l'avant est une chaudière verticale et la place du mécanicien, le tout entouré d'une double paroi formant caisse à eau. Tout le reste vers l'arrière est occupé par une plate-forme destinée à recevoir les objets à transporter. Pour ne pas diminuer la surface de cette plate-forme, le mécanisme a été placé en dessous; il se compose de deux cylindres horizontaux, donnant le mouvement à un arbre coudé qui, par l'intermédiaire d'un engrenage et d'une chaîne sans fin, le transmet aux roues motrices placées à l'arrière.

La distribution de vapeur se fait par des tiroirs à coulisse avec changement de marche; l'alimentation de la chaudière est assurée par deux pompes placées de chaque côté.

Cette disposition du mécanisme en dessous est certainement gênante, mais le constructeur l'a probablement adoptée pour gagner de la place.

Le train d'avant, formé de deux petites roues, tourne autour d'une cheville ouvrière placée sous la chaudière et se manœuvre facilement.

2° Locomotive routière CLAYTON, SHUTTLEWORTH et Ce, *de Lincoln.*

Pl. 18. — Fig. 2.

Cette machine est à deux cylindres et à chaudière horizontale; la distribution de vapeur se fait par un double système de coulisses et de changements de marche. Le mouvement de l'arbre coudé est transmis aux roues par l'intermédiaire d'un système d'engrenages dont nous ne donnerons pas la description. Cette disposition nous paraît beaucoup trop compliquée; en service, la poussière et la boue doivent s'interposer entre les dents d'engrenages, malgré les enveloppes en tôle qui les garantissent en partie, et compromettre la marche régulière du mécanisme; en cas d'accident à l'une des pièces de cet appareil délicat, il faut un mécanicien très-habile pour remettre la machine en état de fonctionner. Les locomotives routières doivent au contraire être très-simples, faciles à manœuvrer et à réparer; le type Clayton, qui est du reste bien construit, ne nous paraît donc pas pratique. Quoi qu'il en soit, les prix de ces machines sont :

Locomotive à 1 cylindre..........	8 chevaux...	8,500 fr.
Id..........................	10 —	8,650
Locomotive à 2 cylindres.........	10 chevaux...	9,150
Id..........................	12 —	11,000
Id..........................	14 —	12,000

3° Locomotive routière ALBARET et Ce, *de Liancourt (Oise).*

Pl. 18. — Fig. 3.

MM. Albaret et Ce ont exposé une machine qui rappelle les dispositions des locomotives de chemins de fer. La chaudière comprend un corps cylindrique vertical dont la partie supérieure sert de réservoir de vapeur, et une partie tubulaire horizontale, en tôle d'acier et timbrée à 10^{kgm} par centimètre carré. La machinerie se compose de deux cylindres placés sous la chaudière et recevant la vapeur par des tiroirs à coulisse. L'arbre coudé

transmet le mouvement aux roues motrices, placées à l'arrière, par un engrenage et une chaine. Cette transmission existe de chaque côté, en dehors du bâti, elle est garantie de la poussière par des enveloppes en tôle; de plus, les maillons de la chaine sans fin baignent dans l'eau de savon au lieu d'embrayer à sec avec le tambour de la roue.

Les roues motrices, de $1^m,40$ de diamètre, sont à jante lisse; elles peuvent être rendues libres ou fixes sur l'essieu à volonté; la tension de la chaine est assurée au moyen d'une disposition analogue à celle de la machine Aveling et Porter. Un frein à vis est sous la main du conducteur.

Le tender, à l'arrière, contient la provision d'eau pour 15 à 20 kilomètres. L'alimentation se fait par un injecteur Giffard, dont l'emploi est ici rationnel.

Le bâti très-rigide repose sur les roues par plusieurs ressorts en spirale qui répartissent le poids de chaque côté et amortissent les chocs. Le train d'avant est formé de deux roues de petit diamètre et très-rapprochées; il peut tourner avec l'axe vertical qu'il supporte au moyen d'une vis sans fin dont la commande est sur la plate-forme du mécanicien.

Cette machine peut remorquer 25 tonnes sur une route peu accidentée, à la vitesse de 5 à 6 kilomètres à l'heure, la charge traînée descendant à 12 tonnes pour les rampes de 0,05. Le prix est de 25,000 fr.

La position des cylindres sous la chaudière est, selon nous, défavorable à cause de la difficulté de surveillance et de visite. L'appareil de direction est fort et offre l'avantage d'être manœuvré de la plate-forme, de sorte qu'un seul homme peut quelquefois suffire pour soigner la machine et la diriger.

4° Locomotive routière AVELING et PORTER, *de Rochester.*

Pl. 18. — Fig. 4.

La machine Aveling et Porter se compose d'une chaudière horizontale portant un cylindre à vapeur qui donne le mouvement aux roues motrices par l'intermédiaire d'un engrenage et d'une chaine sans fin. La chaudière est tubulaire, à tube de grand diamètre; elle est fabriquée en tôle de toute première qualité et d'épaisseur suffisante pour une pression de 8 kilog. par centimètre carré. Le foyer est disposé de façon à pouvoir brûler toute espèce de combustible; le tirage est activé par un jet de vapeur se rendant, au sortir du cylindre, dans la cheminée placée à l'avant.

L'alimentation se fait par une pompe, l'injection ayant paru un instrument trop délicat pour ce genre de machines. Lorsqu'il y a de la vapeur en excès, elle se rend dans la bâche à eau au moyen de conduits spéciaux. A l'arrière de la boite à feu se trouve une espèce de tender pouvant contenir l'eau et le charbon nécessaires à un parcours de 10 à 16 kilom. Les parois latérales de ce tender se prolongent de façon à pouvoir se boulonner sur les plaques de garde, lesquelles sont elles-mêmes rivées sur la boite à feu. La majeure partie du poids de la machine est reportée sur les roues d'arrière, qui sont les roues motrices.

Le cylindre est placé à l'avant de la machine, dans le dôme même de prise de vapeur. Cette disposition permet de supprimer les tuyaux d'arrivée et de réduire beaucoup le tuyau d'échappement. Le cylindre est à enveloppe de vapeur, et de plus entouré de feutre et de bois pour diminuer la déperdition de chaleur.

La distribution se fait par un tiroir et une coulisse à changement de marche. La chambre du tiroir est mise en communication avec la chaudière par une valve placée à la partie supérieure pour assurer l'introduction de vapeur sèche.

Le mécanisme de la machine peut être recouvert d'une enveloppe en tôle destinée à le mettre à l'abri de la pluie et de la poussière. La tige du piston, les glissières et la bielle sont en acier. L'arbre coudé, en fer de Lowncoor, porte à l'une de ses extrémités un pignon maintenu en place par un simple ressort, et qui peut engrener ou désengrener avec une roue dentée; à celle-ci est fixé un pignon-galle qui est relié par une chaine sans fin à une grande roue-galle placée sur l'essieu d'arrière.

La chaîne sans fin est formée de maillons en fer réunis par des axes en acier. Afin de parer à son relâchement et maintenir une tension suffisante, le support de l'arbre qui porte le pignon de la chaîne est maintenu, au moyen d'une vis et d'un contre-écrou fixe, dans une mortaise courbe tracée avec un arc de cercle ayant pour centre l'axe de l'arbre coudé moteur. Il en résulte que, quelle que soit la position du support dans la mortaise, la roue dentée continue toujours à engrener avec le pignon de l'arbre coudé; pour tendre la chaîne, il suffit de tourner le contre-écrou fixé au palier, on fait ainsi avancer la vis, et par cela même le support du pignon-galle.

La roue-galle sur laquelle passe la chaîne est libre sur l'essieu et se relie à la roue motrice calée sur cet essieu au moyen d'appendices réunis par une sorte de grosse goupille.

Les roues motrices ont un diamètre de $1^{m},680$ à $1^{m},981$, suivant les modèles, et une largeur de $0^{m},305$ à $0^{m},457$.

Leurs jantes sont en fonte et les rais en fer forgé. Afin d'augmenter l'adhérence pour traverser les terrains mous, on peut fixer sur la jante des roues douze segments en fer à angle faisant saillie. Ces segments se glissent dans des rainures à queue d'aronde pratiquées sur la surface de la jante, et sont maintenus par des clavettes. Lorsqu'on n'emploie pas les fers à angle, les mortaises sont remplies par de petites pièces de fonte.

Les engrenages et la chaîne sans fin n'existent que d'un côté, de l'autre est disposé un puissant frein à vis et l'arbre coudé porte un volant-poulie destiné à recevoir une courroie quand la locomotive sert de machine fixe.

Une disposition spéciale sert à diriger l'appareil. L'avant de la chaudière porte sur un petit train de deux roues avec une cheville ouvrière comme dans les voitures ordinaires. A ce train est relié en avant un léger bâti en fer forgé qui est traversé à son extrémité par une tige verticale portant une petite roue à jante très-étroite. Un levier à deux poignées, faisant corps avec la tige verticale, permet au conducteur, placé sur le bâti d'avant, de donner à la petite roue la direction voulue en entraînant le reste de la machine. Pour empêcher les deux roues de l'avant-train de buter contre la chaudière lorsqu'on change brusquement de direction, un système de chaînes placé en dessous réunit cet avant-train au bâti principal.

Cette machine peut marcher à deux vitesses, 4 ou 6 kilomètres à l'heure. MM. Aveling et Porter ont à l'Exposition deux modèles; le plus petit peut remorquer 15 tonnes sur des routes dont les rampes ne dépassent pas $0^{m},05$, il pèse environ 9 tonnes et coûte 10,500 fr. Le grand modèle pèse 14 tonnes et peut remorquer 20 tonnes sur des pentes de $0^{m},08$; il coûte environ 13,500 fr. Il porte un réservoir d'eau supplémentaire sous le corps de chaudière; de plus, l'arbre coudé transmet son mouvement par deux pignons et deux roues, mais il n'y a de chaîne sans fin que d'un côté.

Notons en passant les wagons spécialement construits pour le service de ces machines; il y en a trois modèles, pouvant porter 3, 5 et 7 tonnes; l'avant-train est mobile, les roues sont en bois ou en fer, et à jante large.

En résumé, le type Aveling et Porter est étudié d'une façon très-complète, la construction en est solide, toutes les pièces sont d'une visite facile. Il nous paraît cependant désavantageux que les deux hommes chargés de mener la machine soient aussi éloignés l'un de l'autre, l'un placé à l'arrière pour la conduite de la chaudière et du mécanisme, l'autre sur le bâti d'avant pour donner la direction.

5° Locomotive routière GARRETT,

de Leiston.

Pl. 18. — Fig. 5.

Cette machine est presque identique au type Aveling et Porter, et n'en diffère que par des détails de construction. Ainsi, la pompe d'alimentation placée sur le côté qui ne porte pas de chaîne sans fin est mue par un petit cylindre à vapeur spécial, au lieu d'être

menée par un excentrique de l'arbre coudé; les deux roues peuvent être débrayées séparément.

Le diamètre des roues motrices est $1^m,60$ et la largeur des jantes $0^m,40$. La machine peut traîner 10 à 15 tonnes à la vitesse de 4 kilomètres à l'heure sur de bonnes routes où les pentes ne dépassent pas $0^m,05$; elle porte son charbon pour une journée et de l'eau pour 6 à 10 kilomètres. Prix, environ 13,500 fr. Un modèle plus petit, pour 8 à 12 tonnes, coûte 11,500 fr.

6° Locomotive routière RANSOMES et SIMS,

de Ipswich.

Pl. 18. — Fig. 6.

La machine Ransomes et Sims est à chaudière horizontale portant un seul cylindre à vapeur; le mouvement est transmis aux roues par l'intermédiaire d'engrenages et non plus par une chaîne sans fin. L'arbre coudé porte un pignon qui peut être débrayé à volonté et qui engrène avec une roue, laquelle entraîne une autre roue dentée plus grande placée sur l'essieu. Un second arbre, parallèle à l'arbre coudé, porte un système de pignons à débrayage permettant de changer la vitesse.

L'essieu n'est mené que d'un côté; tout le système d'engrenage est en partie protégé contre la pluie et la poussière par une enveloppe en tôle.

La chaudière est tubulaire, le foyer peut brûler à volonté du charbon ou du bois; la pression dans la chaudière est de 6 kilogrammes par centimètre carré. Le tirage est activé par un jet de vapeur dans la cheminée placée à l'avant.

Le cylindre est fixé sur la chaudière vers l'avant, ce qui diminue la longueur des tuyaux d'arrivée et d'échappement de vapeur. La distribution se fait par un tiroir à coulisse et à changement de marche.

Du côté opposé aux engrenages de transmission se trouve un frein à vis et une pompe d'alimentation mue par un excentrique; un volant-poulie est collé sur l'arbre coudé.

Une disposition spéciale produit l'indépendance des deux roues motrices qui sont à l'arrière. Dans ce but elles sont libres sur l'essieu; cet essieu, sur lequel est calée la roue dentée menée par la machine à vapeur, porte fixée à chaque bout une espèce de poulie autour de laquelle s'enroule une bride dont les extrémités sont reliées par un boulon à l'un des rais de la roue portante correspondante. Il en résulte que les roues portantes sont entraînées dans un sens ou dans l'autre par l'intermédiaire de cette bride; des rondelles en caoutchouc interposées servent à amortir les chocs et la bride se serre sur la poulie par deux écrous.

Les roues motrices, d'un diamètre de $1^m,75$, sont à jante en fonte et à rais en fer. La jante est lisse, mais porte des trous qui servent à fixer des saillies en fer lorsqu'on roule sur des terrains mous.

Le mécanicien et son aide sont tous deux à l'arrière, sur le tender contenant le charbon nécessaire à un parcours de 10 à 12 kilomètres; le réservoir d'eau est placé sous la chaudière.

La machine se dirige au moyen d'un gouvernail placé à l'arrière, lequel, par un système de chaînes et de poulies disposé en dessous, agit sur l'avant-train qui est mobile autour d'une cheville ouvrière.

Cette locomotive peut traîner une charge de 5 tonnes sur une bonne route dont la pente ne dépasse pas $0^m,10$; et sur une route de niveau 12 à 15 tonnes à la vitesse moyenne de 4 kilomètres à l'heure. Elle peut servir en outre de locomobile d'une puissance de 8 chevaux. Prix : 8,500 fr.

MM. Ransomes et Sims construisent aussi des machines plus puissantes; la plus grande, dite de 14 chevaux, est à deux cylindres et coûte 12,000 fr.

Ce type est bien établi, toutes les pièces sont faciles à visiter et les appareils de manœuvre à la portée du mécanicien; le conducteur est près de lui, ce qui est une bonne

condition; mais nous ne sommes pas partisan de la transmission des engrenages rigides, qui ne cède pas assez aux chocs résultant des inégalités de la route, et nous préférons la chaîne sans fin.

7° Locomotive routière de J. FOWLER et Ce,

de Leeds.

La locomotive Fowler ressemble aux types anglais dont nous avons déjà parlé; chaudière horizontale, mécanisme au-dessus, transmission aux roues motrices par engrenages, train d'avant mobile et manœuvré de la plate-forme d'arrière. Le mouvement n'est transmis aux roues que d'un seul côté; la roue dentée placée sur l'essieu porte une poulie à gorge sur laquelle s'enroule un câble en fer qui sert à remorquer les wagons par traction directe lorsqu'on a une rampe exceptionnelle à leur faire franchir.

La machine exposée paraît puissante et très-solidement établie, mais nous n'avons pu avoir le chiffre de sa force.

8° Locomotive UNDERHILL,

de Newport.

Cette locomotive est une machine extrêmement bizarre; ce qui frappe d'abord c'est l'aspect des roues; la jante n'est pas pleine, mais formée de tronçons en bois et fer disposés en zigzag et réunis au moyeu par des rais en fer. Le but a été d'aider au tirage dans les terrains difficiles, mais les roues à jantes striées sont tout aussi efficaces. Ces jantes ne peuvent pas recevoir l'action d'un frein et nous n'en avons pas vu sur un autre organe.

La chaudière est horizontale, le cylindre à vapeur au-dessus; la distribution se fait par un simple tiroir mû par un excentrique, et le changement de marche s'obtient non plus par une coulisse, mais par une espèce d'embrayage à roues d'angle. Le mouvement se transmet aux roues par engrenages, à deux vitesses, sans chaîne. Le train d'avant, mobile, est à roues à jante étroite; on le fait tourner depuis la plate-forme d'arrière par une simple tige à crémaillère. Le tender est à l'avant. L'arbre coudé porte un volant-poulie.

Tout cet ensemble a un caractère de simplicité et de solidité rustique qui frappe les yeux. Nous ne savons pas quels résultats donne la machine, ni ce qu'elle coûte, mais son prix n'est certainement pas élevé.

Il nous reste à résumer les indications générales que fournit l'examen des machines routières de l'Exposition. Les constructeurs anglais et français n'ont pas envisagé la question de la même manière, ce qui tient aux circonstances locales, comme nous l'avons vu plus haut; les machines anglaises sont des locomobiles automotrices, les françaises sont exclusivement routières.

Dans toutes, la distribution se fait par la coulisse Stephenson; les Anglais surtout se sont préoccupés d'avoir un mécanisme facile à visiter et à graisser, et de garantir la vapeur du refroidissement, et ils ont eu raison. Les Français ont fait des machines plus légères, à ressorts et pouvant marcher plus vite.

Il y a deux systèmes de mise en marche des roues, les engrenages et la chaîne sans fin, deux systèmes aussi pour la direction de l'ensemble, soit par un galet spécial à l'avant, soit plus simplement par le train de petites roues.

Les machines françaises sont plus chères que les anglaises, qu'on rapporte le prix à l'unité de poids ou à l'unité de force.

Quant à la consommation de charbon, c'est un point capital, mais nous n'avons eu que des chiffres isolés, qui, en raison des circonstances très-diverses de marche, ne permettent pas d'établir de comparaison et n'ont même pas toujours une signification bien nette; nous préférons ne pas les citer.

9° Locomotive routière système NAIRN,

Construite par MM. J. et T. DALE, Ingénieurs à KIRKEALDY.

Force 6 chevaux.

Pl. 18. — Fig. 7 et 8.

Les figures 7 et 8 représentent une locomotive routière de la force de 6 chevaux, construite par MM. J. et T. DALE, Ingénieurs à Kirkealdy, N. B., pour la Nouvelle-Zélande.

Dans cette planche, le n° 1 représente une vue de côté, le n° 2 une vue de face dont la moitié en coupe, le n° 3 le plan, dont la moitié en coupe.

La chaudière est construite sur le type ordinaire des chaudières de locomotive, elle a 2 pieds 3 pouces (0m,73) de diamètre et 6 pieds (2 mètres) de long, et est traversée par 22 tubes en fer de 0m,07 de diamètre.

La surface de chauffe est de 98 pieds (32m,35) et le foyer a une surface de 28 pieds (9m,25). Les joints sont doublement rivés et la force de pression est de 120 livres (60 kil.) par pouce carré (0m,027).

La cheminée est pourvue d'un arrangement qui reçoit les étincelles et par conséquent la machine apte au service de ville et de campagne.

A l'extrémité du foyer de la chaudière se trouve un châssis en fer qui forme l'extrémité de la machine; une table tournante est adaptée à ce châssis; la partie supérieure est percée pour recevoir un angle correspondant en fer. Au-dessus de ce dernier angle se trouvent deux ressorts qui portent l'extrémité de la machine au-dessus de la roue directrice.

La direction est donnée au moyen d'une petite roue engrenée dans la table tournante et qui est en correspondance avec une vis sans fin, qui se trouve mise en mouvement par une petite roue de gouvernail. Cet arrangement se trouve devant le conducteur et lui permet facilement de diriger la marche de la machine.

Les cylindres ont 5 pouces 1/2 (0m,15) environ de diamètre, avec une course de piston de 8 pouces (0m,216), et sont placés horizontalement et fixés contre le châssis transversal; ils sont placés, avec le tiroir, en dehors de la charpente supportant la machine, et par ce moyen permettent un accès facile pour les réparations et le nettoyage.

L'engrenage est disposé de la même manière, afin d'y donner accès sans difficulté.

Les deux freins de côté, en fer fondu malléable, sont boulonnés contre la chaudière, afin de supporter la roue d'engrenage et de direction, et se trouvent reliés à la barre.

L'engrenage est complétement en fer coulé malléable, et donnant par conséquent de la force et de la légèreté.

La machine est pourvue de deux engrenages, l'un donnant la petite vitesse, ayant une proportion de 14 pouces à 1, et la grande vitesse avec une proportion de 8 à 1.

L'engrènement est disposé de manière à ce que la roue d'engrenage puisse être isolée en tournant de petites courbes; ce mouvement, ainsi que le changement de vitesse, s'opèrent de l'arrière de la machine et sans l'arrêter.

La locomotive est disposée de manière à pouvoir servir de locomobile stable; changement qui s'opère en quelques minutes, car l'essieu de l'engrenage porte à l'une de ses extrémités une roue à transmission.

Entre les parois de la charpente se trouve le réservoir d'alimentation, pouvant contenir une provision d'eau de 15 quintaux. Les roues routières ont 6 pieds (2 mètres) de diamètre et 12 pouces (0m,33) de largeur. Les tires sont construites, ainsi qu'on peut le voir, avec trois couches mesurant 6 pouces (0m,168), et entre chaque couche se trouve une bande de caoutchouc afin de les isoler.

La partie extérieure de la tire est composée de chanvre fortement goudronné en trois couches et mesurant 3 pouces (0m,08) d'épaisseur; au centre de ces bondes et correspon-

dant à la semelle protectrice, se trouvent des tiges en fil de fer qui servent de boulons pour la réunion de la semelle. Les semelles, comme on peut le voir, sont indépendantes l'une de l'autre.

Contre le flanc de la roue se trouvent de légers segments d'acier, se projetant entre les semelles, ce qui distribue également l'effort autour de la roue portant les semelles et des tires extérieures, la partie intérieure étant plus sujette à la compression que la partie la plus rapprochée du terrain.

Les roues arrangées de cette manière supportent un travail de plusieurs années sans réparations.

La roue directrice est garnie avec du bois dur.

Ci-contre nous donnons un tableau que nous devons à l'obligeance de MM. J. et T. Dale, et indiquant le résultat de différentes expériences faites avec des machines de la force de celle que nous représentons.

(*Voir ce tableau à la page suivante.*)

10° Roues élastiques système BREMME,

Pour les machines à traction de chevaux.

Pl. 18. — Fig. 9, 10, 11.

Les figures 9, 10 et 11 représentent une roue motrice d'une machine à traction de la force de 6 chevaux, avec l'engrenage compensateur de Bremme.

Dans la planche, le n° 1 donne une vue sectionale de côté; le n° 2 une section verticale par l'axe, et le n° 3 l'élévation.

Le disque A et la boîte de l'essieu sont reliés l'un à l'autre par des branches en fer forgé rigides, tandis que la roue élastique se compose de deux anneaux séparés EE, placés l'un contre l'autre, avec une légère séparation.

Chaque anneau est formé de quatre bandes d'acier de 3/16 de pouce sur 4 1/4 de pouces de longueur, et reliés ensemble par 10 boulons en acier, à jeu facile, non indiqués dans la planche.

Aux tires se trouvent fixées 40 semelles, sur lesquelles 10 ont des tirants se projetant entre l'espace qui se trouve entre les 2 anneaux. A ces tirants se trouvent adaptés les 10 doubles bras DD, ainsi que l'indique la planche.

Sous la partie foulante se trouvent placées des petites bandes de tôle, dont les extrémités sont à angle droit et recouvrent l'espace laissé entre les deux anneaux EE, et forment un bord protecteur de 6 à 8 pouces de profondeur de chaque côté de la roue, comme on peut le voir dans la figure 2.

La liaison entre la roue rigide et la roue élastique se fait au moyen des doubles bras DD, qui se meuvent librement dans les glissières de la roue rigide ou disque A. La pression verticale ou la charge concentrée au centre de la roue est portée également par les cinq bras supérieurs, tandis que la partie inférieure est libre d'efforts et n'offre que peu de résistance à la dépression de la partie inférieure de la tire.

La pression latérale s'effectuant sur la tire est divisée entre au moins trois bras, offrant une surface d'appui d'au moins 40 pouces carrés dans le disque A.

Le total de la pression latérale ne doit jamais excéder 10 quintaux.

Quand la machine est en mouvement, la roue élastique a un écartement indiqué par la lettre *a a*, fig. 1, qui est à la charge ce que la longueur du bras est à la force dépensée.

Les avantages principaux de ce système sont les suivants :

Il est reconnu que les roues maintiennent leur pouvoir d'adhésion sur la route la plus unie et par conséquent sur toutes les routes, et leur parfaite élasticité permet à la machine de marcher à grande vitesse avec facilité, et que la charge est également distribuée sur la surface de glissement.

Locomotives routières du Système NAIRN.

Nombre de force de chevaux.	Diamètre des cylindres.	Courses du piston.	Force de traction en livres.	Poids net des machines.	Eau dans le réservoir.	Charge moyenne en plaine à 2 milles à l'heure.	Charge moyenne en plaine à 4 milles à l'heure.	Charge moyenne en plaine à 6 milles à l'heure.	Charge moyenne sur un plan incliné de 1 pouce 30 à 2 milles à l'heure.	Charge moyenne sur un plan incliné de 1 pouce 20 à 2 milles à l'heure.	Charge moyenne sur un plan incliné de 1 pouce 10 à 2 milles à l'heure.
	Pouces.	Pouces.		Tonnes.	Quintaux.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
4	4 1/2		2,700	4.15	10	36	18	12	20	15	10
6	5 1/2		4,000	5.03	15	52	26	17	28	21	14
8	6 1/2		5,400	6.03	20	70	35	23	38	28	19
10	7 1/2		6,700	7.15	25	90	45	30	48	36	24
12	8		8,000	9.00	30	108	52	38	60	45	30
15	9		10,100	10.10	35	135	67	48	75	54	38
20	10 1/4		13,500	12.00	40	175	87	60	93	70	47
25	11 1/4		16,700	13.00	50	220	100	75	110	82	55

CHAPITRE II

VOITURES ET WAGONS ORDINAIRES.

D'innombrables types de véhicules ont été proposés et appliqués sur les chemins de fer depuis quarante ans, et il n'est pas une Compagnie qui n'en ait expérimenté de deux ou trois modèles différents pour chaque Classe de voyageurs et chaque catégorie de transports de marchandises.

Nous ne devons décrire ici que les plus simples et les plus économiques, afin de ne pas nous écarter de notre programme.

Les types seront naturellement de deux espèces : 1° voitures de voyageurs; 2° wagons à marchandises, bestiaux, matériaux, etc.

En outre, nous donnerons des types applicables :

a) Aux chemins de fer à voie étroite et à courbes de petit rayon;

b) Aux chemins de fer économiques à voie normale;

c) Aux tramways, ou voies ferrées à traction de chevaux : ces derniers types participant plutôt de l'omnibus que du wagon proprement dit;

d) Enfin, les wagonnets des mines, tunnels, usines et ateliers.

§ 1. — VOITURES A VOYAGEURS.

Type de voiture mixte du chemin de fer de Lagny.

Pl. 19. — Fig. 1, 2, 3, 4.

Deux modèles de voitures à voyageurs sont en service sur cette ligne; le premier est celui d'une voiture mixte de première et de deuxième classe, et le second est d'une voiture de troisième classe. Ces deux modèles ont exactement la même apparence extérieure et sont montés sur des châssis semblables; ils ne diffèrent l'un de l'autre que par leur aménagement intérieur. Ainsi la voiture mixte se compose de trois compartiments, séparés par des cloisons qui règnent dans toute la hauteur de la caisse. Les compartiments extrêmes sont de deuxième classe et celui du milieu de première; ils ont des banquettes rembourrées et capitonnées, et sont éclairés par deux lanternes placées en haut de chaque cloison. Les compartiments de troisième classe ont des banquettes simples, sont éclairés comme les premiers, et leurs cloisons montent seulement à peu près aux deux tiers de la caisse. Celle-ci, dans l'un et l'autre cas, est placée sur le châssis de manière que le fond appuie sur les brancards. Le châssis est formé de deux brancards en fer à double T, reliés aux extrémités par des traverses en bois. Il est entretoisé longitudinalement par deux fers en U, et transversalement par trois cornières. Les tampons et les crochets de traction sont disposés sur ressorts à lames courbes.

§ 2. — FOURGONS A BAGAGES.

Type de fourgon de la ligne de Lagny.

Pl. 19. — Fig. 5, 6, 7, 8.

C'est en réduction à peu près le même type que celui de la compagnie de l'Est. Il possède à chaque extrémité deux compartiments à chiens, séparés par une cloison. Son châssis est exactement semblable à celui des wagons à voyageurs. Le fond de sa caisse appuie également sur les brancards, mais les traverses longitudinales de cette caisse sont encastrées à leurs extrémités dans celles du châssis. Deux portes roulantes sur galets sont situées de chaque côté de ce fourgon.

§ 3. — WAGONS A MARCHANDISES.

1° Type de wagon à pierres du chemin de fer de Lagny.

Pl. 20. — Fig. 1, 2, 3.

Ce wagon, dont le châssis et la caisse sont totalement en bois, est continuellement employé au transport de pierres meulières qui proviennent d'une carrière distante de Lagny de 16 kilomètres.

Les essieux des roues se meuvent dans des boites à graisse placées avec ressort dans des plaques de garde, comme à l'ordinaire, et les crochets de traction sont montés sur ressorts Brown.

Le frein appliqué est du système Stilmant. La vis de manœuvre est située dans une colonne verticale en fonte qui, s'élevant à l'intérieur au-dessus de la caisse, en permet le libre chargement. Les tampons en bois font corps avec les traverses longitudinales du châssis.

2° Wagon plate-forme de la ligne de Lagny. — *Fig.* 4.

Le wagon plate-forme, en usage sur le même chemin, est construit également en bois, avec tampons en fer à ressorts. Il sert principalement au transport du bois provenant des forêts voisines.

3° Wagon à betteraves. — *Fig.* 5.

Le wagon à betteraves est à hauts bouts et se trouve employé avec avantage sur le chemin de fer de Poncéricourt, voie de 1 mètre entre rails, où il fait le service d'une sucrerie. Le châssis est en fer et possède des tampons à ressorts Belleville. La caisse est en bois et se trouve munie de portes qui s'ouvrent de bas en haut, de manière à faciliter le déchargement.

Le frein appliqué est encore du système Stilmant; seulement, au lieu que la vis de manœuvre soit à l'intérieur du wagon, elle est en bout à l'extérieur, ce qui fait que la commande n'est pas aussi directe que dans le wagon à pierres de Lagny. Du reste, pour ces dispositions différentes des pièces du frein, on est obligé de se conformer aux exigences du chargement.

4° Wagon à ballast et à matériaux du chemin de fer du midi.

Pl. 20. — Fig. 6 et 7.

Nous avons donné ce type parce qu'il est établi dans des conditions très-satisfaisantes de résistance et de traction. Le châssis est en bois. En employant pour sa construction, au lieu de sapin du Nord, du pin des Landes préparé au chlorure de zinc, le mètre cube est revenu à 83f,80 au lieu de 125 fr., et l'économie réalisée a été de 116f,25 par wagon.

DEVIS DU WAGON.

2 paires de roues	1,530 kil. à	0f,75	1,147f,50
Bois de sapin rouge du Nord (fourniture et débitage)	2m,836,871	125 00	354 00
Bois de sapin rouge du Nord (façon)	2m,425,440	95 00	251 04
Bois de chêne (fourniture, débitage et façon)	0m,138,600	250 00	34 65
Ferrures du wagon	448k,775	1 00	448 75
2 chaînes d'attelage	32k,820	0 92	30 19
4 chaînes de sûreté avec platines	51k,000	0 96	48 96
Fontes	304k,700	0 55	167 59
Bronze	11k,700	4 50	52 65
8 plaques en caoutchouc	17k,800	8 00	142 40
Peinture et frais divers	»	» »	70 00
		Prix total du wagon	2747f,73

§ 4. — WAGONS A TERRASSEMENTS, A SIMPLE ET DOUBLE MOUVEMENT DE BASCULE, WAGONNETS DE SERVICE, ETC.

Quand on veut établir un remblai de petite largeur, pour chemin de fer à une voie, pour voie ferrée économique, pour route à rails de bois, chemin vicinal ou chemin de grande communication, etc., on emploie avec avantage des wagons à bascule, semblables aux différents types que nous avons reproduits.

1° Wagon à bascule sur le côté, du chemin de fer de Lagny.

Pl. 21. — Fig. 1, 2, 3, 4.

Ce modèle, ayant servi à l'établissement de la ligne et servant toujours principalement au transport du sable, se compose de deux parties distinctes, le châssis et la caisse. Sur les longerons du châssis sont placées deux traverses qui supportent deux pièces en fonte, sur lesquelles s'opère le mouvement de bascule au moyen de deux autres pièces de même métal, avec lesquelles elles sont assemblées, et qui se trouvent boulonnées au-dessous des traverses reliant le fond de la caisse. Celle-ci est maintenue dans la position horizontale par un crochet articulé sur un longeron, et possède une porte que l'on ouvre et que l'on ferme à l'aide de deux verrous cintrés situés à chaque extrémité.

2° Wagon à caisse automatique versant des quatre côtés indifféremment.

Pl. 21. — Fig. 5, 6.

MM. Suc et Chauvin construisent des wagons de ce genre de toutes dimensions pour marcher sur des voies de $0^{m},45$ à $1^{m},50$. Le type reproduit convient à cette dernière voie, et comme il présente diverses pièces mécaniques que l'on ne comprendrait pas très-bien sans une description détaillée, nous allons d'abord donner une légende de ces pièces, après quoi nous indiquerons la manœuvre de l'appareil.

A, levier de manœuvre.

B, cliquet retenant le levier de manœuvre.

C, pièce servant de pivot au levier de manœuvre.

D, bielles transmettant le mouvement aux verrous de la porte.

E, tringles-verrous de la porte.

F, pièce fixe pour le mécanisme d'ouverture de la porte.

G, bielles transmettant le mouvement à la porte.

H, montants à charnières de la porte.

M, montants servant de pivots aux charnières de la porte.

N, traverse portant les charnières pour la bascule de la caisse et le cercle supérieur de 'avant-train.

O, charnières pour la bascule de la caisse.

P, pivot, ou cheville ouvrière, autour duquel la caisse peut tourner.

Q, cercles de roulement pour le pivotement de la caisse.

R, pitons d'arrêt fixés au milieu de chacune des quatre faces du châssis.

S, chaîne de retenue fixant la caisse au châssis par les pitons R.

Pour opérer le mouvement de bascule de ce wagon, on appuie sur le levier de manœuvre A, afin de dégager le cliquet B, que l'on renverse du côté opposé. On rend ainsi ce levier libre et on le fait pivoter de droite à gauche. Dans ce mouvement deux opérations ont été faites à la fois : 1° l'extrémité du levier A fixé à la chaîne S, en décrivant un arc de cercle, a dégagé cette chaîne du piton R, de telle sorte que la caisse ne se trouve plus dépendante du châssis; 2° les bielles D transmettant le mouvement du levier A aux deux tringles à verrous E, ces dernières, dans leur rotation, ont dégagé le bas de la porte de la caisse. On soulève alors celle-ci, qui est à peu près équilibrée, et, son centre de gravité se

trouvant déplacé, elle se renverse. Ce mouvement de bascule a produit l'ouverture automatique de la porte au moyen des charnières O. Les deux bielles G, pivotant par une extrémité à un point fixe de la pièce F, ont tiré sur les charnières H de la porte, qui a tourné sur l'axe T et est venue se relever parallèlement au fond.

Après avoir relevé la caisse, on la rend solidaire avec le châssis au moyen de la chaîne S, qui s'accroche par son anneau inférieur à un des pitons R. On renverse le levier de manœuvre A de gauche à droite, en rabattant sur ses crans, et on tend la chaîne à volonté.

La caisse, pivotant autour de la cheville ouvrière P qui sert d'axe à un véritable avant-train, peut présenter sa porte de façon à déverser des quatre côtés indifféremment.

Ce mécanisme, simple et solide, permet à l'homme, par une seule manœuvre rapidement faite, de déverser le wagon du côté opposé au déchargement des matières. De plus, comme il peut basculer des quatre côtés indifféremment, il évite l'emploi de deux matériels de wagons dont les uns versent de côté et les autres en bout.

Ces wagons reçoivent leur application suivant leurs dimensions, dans les petits travaux de terrassements, les usines, ateliers, mines, sucreries et exploitations agricoles.

Prix du type représenté : 1,200 francs.

3° Wagons à bascule employés au tunnel de Saint-Cloud.

(*chemin de fer de Paris à Versailles.*)

Pl. 21. — Fig. 7, 8, 9, 10.

Deux modèles, l'un versant sur le côté et l'autre sur l'arrière, ont été employés au déblai de la galerie principale du tunnel, à partir du moment où la tranchée de dégagement fut à la profondeur nécessaire. Le chemin de fer de service avait $0^m,50$ d'axe en axe des rails.

Le wagon basculant sur le côté a sa construction suffisamment indiquée par les fig. 7 et 8 de la planche. Il est d'une extrême simplicité et cube $0^{m},250$. Pour le décharger, il suffit de le faire avancer sur un échafaudage volant, formé de deux longrines posées en prolongement des rails de service et à l'extrémité du remblai (cavalier) fait à la sortie du souterrain. Ces longrines s'appuient sur les terres de remblai d'une part, et de l'autre sur un tréteau roulant très-simple, présentant deux grands montants verticaux, au droit desquels on fixe les bouts des longrines par de fortes chevilles en fer passées dans une série de trous également espacés.

Le wagon basculant sur l'arrière, cubant aussi $0^{m},250$, a été employé pour décharger les terres sur le talus extrême du cavalier, et a rendu de grands services comme célérité et facilité de manœuvre.

La pente à la sortie du tunnel étant de $0^{m},005$ par mètre; les wagons chargés descendaient presque seuls, et deux hommes suffisaient pour en remonter plusieurs vides.

Leur légèreté permettait de les mettre avec facilité hors de la voie, en réserve, et leur peu d'élévation rendait possible leur passage sous les traverses des blindages et des cintres de la voûte.

4° Wagon à bascule à double caisse.

Pl. 21. — Fig. 11, 12.

Ce type est employé dans le cas où il faut déverser à la fois de chaque côté de la voie. Les rails de service se posent, soit avec leur châssis, soit sur traverses de petites dimensions, à 1 mètre d'entre-axe, au fur et à mesure que le terrassement avance.

On peut encore établir, sur le tracé de la chaussée à remblayer, des estacades mobiles en charpentes, composées essentiellement de poutres très-longues portant les rails et d'un bâti roulant à clavettes ou à tiges transversales en fer, pouvant se fixer à différentes hauteurs pour soutenir les extrémités des poutres des rails et les maintenir toujours dans une position horizontale ou inclinée, suivant une pente déterminée d'avance.

CHAPITRE III

VOITURES DES TRAMWAYS ET VOIES FERRÉES

A TRACTION DE CHEVAUX OU A LOCOMOTIVES.

1° Voiture omnibus à impériale

pour les chemins de fer d'intérêt local,

Par MM. DELETTREZ, Constructeurs à Paris.

Pl. 22. — Fig. 1, 2, 3, 4.

La planche 22 représente un nouveau modèle de voiture omnibus, brevetée, par M. Delettrez, pour chemins de fer américains ou tramways.

Ce type présente les avantages suivants :

Par une nouvelle application de fers spéciaux existant dans le commerce, on a pu, en rendant le châssis et la caisse solidaires l'un de l'autre, diminuer notablement toutes les dimensions des matériaux.

Par les diverses combinaisons d'assemblages, l'inventeur a obtenu, malgré la remarquable légèreté de la voiture, une résistance à toute épreuve, ce qui lui a permis de rapprocher les roues à $1^m,50$ d'axe en axe, afin de pouvoir tourner dans des courbes de 25 mètres de rayon au besoin, sans que, pour cela, il y ait à craindre déformation de la voiture.

Cette propriété capitale constitue une grande facilité pour la construction, soit d'un chemin à traction de chevaux, soit d'un chemin d'intérêt local.

Les essieux, ainsi que les roues de la voiture, sont en acier fondu.

Le poids de la voiture complète, munie de tous ses accessoires, n'est que de 3,000 kilos; elle contient 20 voyageurs d'intérieur et 16 à l'impériale, ce qui représente un poids mort, pour la traction, de 83 kilos par voyageur.

Si la voiture devait être appliquée seulement à une traction de chevaux, l'on pourrait en réduire le poids d'environ 300 kilos, ce qui donnerait un poids mort de 75 kilos par voyageur, poids très-faible si l'on compare l'espace et le confortable existant dans cette voiture, avec ce qui a été fait jusqu'à ce jour. A l'intérieur, un homme de grande taille peut circuler, son chapeau sur la tête, sans toucher le plafond du couloir central, dont la hauteur est de $1^m,950$. Il y a entre les banquettes un espace de $0^m,900$ et ces banquettes ont une profondeur de $0^m,470$, ce qui permet de circuler sans incommoder les personnes assises.

Quant à l'impériale, sauf plus d'espace et de commodité dans les formes, elle est sensiblement pareille aux voitures omnibus desservant la gare du chemin de fer de l'Ouest.

Toute forme peut être donnée à cette voiture suivant les besoins du service. Un type modifié pour char-à-bancs est en construction.

En employant le même système on obtiendra toujours une légèreté relativement très-grande.

On pourrait, sans crainte, faire avec les mêmes matériaux une voiture contenant 50 voyageurs; seulement il faudrait pouvoir augmenter l'écartement des essieux. Dans ce cas le poids mort, par rapport au nombre de voyageurs, diminuerait sensiblement.

Des essais concluants sur la rigidité de cette voiture ont été faits.

On a placé la voiture sur des tréteaux bien parallèles, posés sous les traverses de tête, puis les roues de la voiture étant soulevées de terre, un cric a été placé à un angle du châssis, sous la traverse de tête, et l'on a soulevé jusqu'à ce que l'autre côté de la même traverse quitte le tréteau. La torsion n'a été que de 35 millimètres; tandis que dans les nouveaux wagons tout en fer de la compagnie des chemins de fer de Lyon, le gauchissement a été poussé jusqu'à $0^m,550$, sans pouvoir faire quitter l'autre extrémité de la traverse de son point d'appui.

Prix total. — Le prix total de la voiture omnibus à impériale est de 5,500 francs.

2° Voitures d'hiver des tramways de Vienne.

Pl. 23. — Fig. 1, 2.

Les chemins de fer intérieurs de la ville de Vienne sont desservis par deux types différents de voitures, les unes pour l'hiver, les autres pour l'été.

Le type de voiture fermée que représente la planche 23, fig. 1 et 2, comporte 20 places à l'intérieur et 18 places sur l'impériale, en tout 38 voyageurs.

L'intérieur est divisé en deux compartiments, par une porte à panneau de glace, mobile dans les deux sens.

L'un des côtés, celui avant, est destiné aux personnes qui ne fument pas; l'autre, en arrière, aux fumeurs : il faut dire qu'en Allemagne, la plupart du temps, on ne tient pas beaucoup à cette distinction, et l'avantage de la cloison centrale est bien plutôt d'empêcher ou diminuer les courants d'air dans le sens longitudinal, que d'établir une division assez peu utile dans un pays où presque tout le monde fume ou est habitué à la fumée.

Pour le reste, on voit que la longueur totale des voitures est de $7^m,10$; l'intérieur a pour longueur dans œuvre $4^m,44$; la largeur intérieure est de $1^m,94$; les places ont $0^m,44$ de largeur chacune; les siéges ont $0^m,52$ de hauteur sur l'avant, et sont disposés en pente légèrement inclinée vers le dossier, ce qui est plus confortable que les siéges plats et incommodes de nos omnibus de Paris.

Même observation pour la courbure donnée au siége de l'impériale, et pour l'emploi de lattes plus larges et plus flexibles que celles des voitures publiques de Paris. Dans ces dernières, en effet, les barres en bois qui forment les siéges sont plutôt carrées ou même posées de champ, ou bien encore les siéges sont en bois plein, ce qui fait qu'en temps de pluie ou de neige ils ne sèchent, en quelque sorte, jamais.

Les escaliers, enfin, qui conduisent à l'impériale sont plus commodes que les dangereux marchepieds isolés des voitures ordinaires (système anglais), et les garde-corps sont plus élevés de 10 centimètres et suivent, dans leurs inflexions, les mouvements du plancher sur lequel passe le voyageur.

Tout l'ensemble de ces détails secondaires constitue un type très-pratique et très-convenable, que nous croyons utile de faire connaître au moment où la question des Tramways de Paris est à l'ordre du jour.

3° Voitures d'été des tramways de Vienne.

Pl. 23. — Fig. 3 et 4.

Les voitures d'été, ou wagons-terrasses, des chemins de fer intérieurs de Vienne diffèrent entièrement, dans leurs dispositions et par leur mode de construction, des voitures d'hiver.

Les siéges, au lieu d'être disposés longitudinalement, comme dans les omnibus fermés, sont groupés quatre par quatre, d'un côté, et deux par deux, dos à dos, de l'autre côté, dans le sens transversal.

Le passage a lieu dans l'espace libre longitudinal laissé entre les groupes, de largeur différente, qui composent l'ameublement.

Au lieu d'une impériale, ils n'ont qu'une simple couverture en toile et en zinc, d'un aspect très-léger et très-élégant.

Leur longueur totale est de $7^m,40$; leur largeur, en dehors, de $2^m,30$; leur hauteur totale de $2^m,90$.

La voie est de $1^m,50$. Les roues ont $0^m,70$ de diamètre et $1^m,90$ seulement d'espacement d'axe en axe, ce qui permet au train de tourner très-aisément dans les courbes des plus petits rayons.

Types divers : Tramways de Paris.

Bien d'autres types de voitures pour chemins de fer à petite vitesse ont encore été présentés ou exécutés par les divers ateliers de construction :

Nous serions entraîné au-delà des limites de ce traité si nous devions les publier tous, car chaque entrepreneur de matériel a voulu présenter le sien, et, en Angleterre ou en Amérique, il y en a d'innombrables variétés — toutes assez disgracieuses d'ailleurs, en général.

Nous voulons ajouter seulement encore, à titre d'actualité, quelques indications relatives aux types de voitures qui doivent être construites pour les *Tramways de Paris* :

Il y aura trois modèles, pouvant recevoir les unes 14, les autres 16, et les troisièmes 46 voyageurs. On a adopté des véhicules légers afin de pouvoir aller plus vite. Par cela même les départs seront plus rapprochés. Les grandes voitures, celles de 46 places, tiendront le milieu, comme volume, entre les omnibus de Paris et les voitures dites *américaines,* qui vont du Louvre à Versailles.

A l'intérieur, il n'y aura qu'un seul compartiment disposé comme celui des omnibus, mais avec cette différence que les portières seront à coulisses et pourront se fermer à volonté. Le receveur se tiendra en dehors, sur une plate-forme couverte, où pourront se placer également six personnes. Ce sera le fumoir. A l'impériale se trouvera une plate-forme semblable à celle du bas. Un système de sonnerie permettra aux voyageurs de l'intérieur d'avertir instantanément, soit le receveur, soit le cocher.

L'impériale sera recouverte en toile peinte et munie de rideaux, qui mettront les voyageurs à l'abri de la pluie et du soleil. Ces impériales pourront se démonter en quelques instants, lorsqu'il faudra, pour les exigences du service, mettre des bagages à la place des voyageurs.

En été, les voitures seront munies d'un système de ventilation réglé par des tiroirs, au gré des voyageurs; en hiver, elles seront éclairées et chauffées au gaz. Le chauffage se fera au moyen d'un tube métallique, mais de forme plate, à double compartiment, qui, placé longitudinalement dans l'intérieur, sera pour les voitures ce que les bouilloires sont pour les compartiments des chemins de fer. Chaque voiture emportera avec elle sa provision de gaz dans deux réservoirs dissimulés sous la caisse.

Ajoutons que toutes ces voitures, les petites comme les grandes, seront munies d'un frein que son inventeur, M. Léon Francq, appelle le *frein à déplacement différentiel.* Cet appareil, d'une très-grande force, et agissant avec une extrême promptitude, aura pour effet de caler du même coup les quatre roues. Pour obtenir ce résultat, il suffira au conducteur de donner un demi-tour de manivelle. Ce frein peut se manœuvrer à l'avant ou à l'arrière, et produit une pression du sabot sur les roues variant dans des limites très-étendues.

Les grandes voitures ne pèseront, au maximum, que 2,500 kilogrammes.

Nous terminerons ce chapitre par une comparaison intéressante, qui est résumée dans le tableau ci-après, concernant l'emploi plus ou moins avantageux des VOITURES A IMPÉRIALES :

Comparaison de l'emploi, dans les Trains, des Voitures ordinaires et des Voitures à deux étages ou à impériales fermées.

COMPOSITION DES TRAINS.	POIDS A VIDE			NOMBRE DE PLACES OFFERTES			PRIX DE REVIENT			POIDS MORT par voyageur.	RENDEMENT KILOMÉTRIQUE		
	Par voiture.		Total.	Par voiture.		Total.	d'une voiture.	d'un train.	par place.		Par place.	Par voiture.	
Voitures ordinaires.	kilog.		kilog.				fr.	fr.	fr.	kilog.	cent.	fr. c.	
Train de 15 voitures[1], Modèle de l'Ouest. 4 voitures de 1re classe..	5.800		23.200	24		96	9.600	36.000	375	241	11.2	2.688	
4 do de 2e do	6.100		24.400	40		160	6.600	26.400	165	152	8.4	3.360	
7 do de 3e do	5.800		40.600	50		350	5.300	37.100	106	116	6.16	3.080	
Totaux ou moyennes......	»		88.200	40		606	»	99.500	164	145	»	3.042	
Voitures à deux étages.	Sans frein.	A frein.		Sans frein.	A frein.							Sans frein.	A frein.
1re DISPOSITION. Train de 8 voitures, composé de 6 voitures sans frein et de 2 voitures à frein[2]. Coupés : 1re classe.	»	»	»	10[3]	»	60	»	»	»	»	11.2	1.120	»
Do 2e do	»	»	»	24	24	192	»	»	»	»	8.4	2.016	2.016
Do 3e do	»	»	»	34	58	320	»	»	»	»	6.16	2.094	3.572
Totaux ou moyennes......	7.000	7.500	57.000	68	82	572[4]	10.000	80.000	147	103	»	5.230	5.588
2e DISPOSITION. Train de 8 voitures. Coupés : 1re classe.	»		»	5[5]		40	»	»	»	»	11.27	0.560	
Do 2e do	»		»	24		192	»	»	»	»	8.4	2.016	
Do 3e do	»		»	46		368	»	»	»	»	6.16	2.834	
Totaux ou moyennes......	6.800		54.400	75		600	9.000	72.000	120	90	»	5.410	
3e DISPOSITION. Train de 8 voitures. Coupés : 1re classe.	»		»	5[5]		40	»	»	»	»	11.2	0.560	
Do 2e do	»		»	29		232	»	»	»	»	8.4	2.436	
Do 3e do	»		»	41		328	»	»	»	»	6.16	2.525	
Totaux ou moyennes......	6.800		54.400	75		600	9.000	72.000	120	90	»	5.521	

OBSERVATIONS.

1 Train généralement admis comme type.

2 Dans les voitures à frein, les coupés de première classe seraient remplacés par deux compartiments de troisième classe.

3 Non compris 8 places de strapontins, qui élèvent à 78 le nombre de places offertes par voiture.

4 Et 620 avec les places de strapontins.

5 Non compris 4 places de strapontins.

CHAPITRE IV

DES FREINS ET MOYENS D'ARRÊT

Pour ralentir la marche ou éviter les accidents.

Une des spécialités les plus fécondes où l'esprit d'invention se soit donné carrière, est incontestablement celle des Freins et des moyens d'arrêter plus ou moins instantanément les convois des chemins de fer.

Plus de 500 brevets ont été pris depuis trente ans, pour arriver à réaliser ce problème, — ce paradoxe mécanique, si l'on veut :

« *Arrêter instantanément* un train lancé à toute vitesse, sans causer de commotion « dangereuse pour les voyageurs. »

Posé dans ces termes absolus, on arrive évidemment à l'absurde — et les inventeurs qui se sont acharnés à trouver des moyens efficaces pour l'*arrêt instantané, n'ont pas songé que là est précisément le danger que l'on veut éviter*, et qu'un choc, une collision, un accident, ne sont pas autre chose, en fin de compte, qu'un arrêt trop instantané : que ce soit le frein ou un obstacle extérieur qui le cause, les voyageurs, animés d'une vitesse de 10 ou 15 mètres par seconde, n'en sont pas moins jetés les uns sur les autres, ou broyés contre les parois des voitures, pendant que celles-ci, lancées à leur tour sur la tête du train, passent à côté ou par-dessus la locomotive, devenue fixe.

Il y a là, en outre, une deuxième cause de danger, et nous ne croyons pas qu'on ait encore appelé l'attention sur ce point :

La vitesse d'un corps, lorsque ce corps est brusquement arrêté ou frappé, se transforme en chaleur, et de là une élévation de température subite — tellement considérable, dans certains cas, qu'on a vu des wagons s'enflammer, en quelque sorte spontanément, comme si le feu y avait été mis, dans les grandes catastrophes où des trains entiers ont été heurtés à grande vitesse contre un obstacle relativement fixe.

En même temps, même dans les arrêts brusques moins violents, une grande chaleur se développe aussi, instantanément, dans les viscères des voyageurs : on a toujours attribué l'incendie des wagons à une cause accidentelle, comme l'étincelle d'un cigare, et les chaleurs d'estomac ont été prises pour une suite de la peur; mais nous sommes persuadé que le phénomène mécanique de la transformation de la vitesse en chaleur joue aussi un grand rôle dans les chocs des trains entre eux, et nous n'en voulons pour preuve que les systèmes d'*arrêt* basés sur l'emploi de la *contre-vapeur*, qui ne sont, au fond, qu'une application inverse du même principe.

Quoi qu'il en soit, on comprend qu'il serait impossible de développer ici les 250 ou 300 systèmes, à la rigueur admissibles, mais plus ou moins compliqués — plus ou moins coûteux, — plus ou moins inadmissibles dans un service rapide, qu'il a plu à l'imagination des inventeurs de jeter dans la circulation industrielle.

Pour les applications aux *Chemins de fer Économiques, à petite vitesse*, la question est d'ailleurs beaucoup plus simple : nous nous bornerons à indiquer les diverses combinaisons le plus récemment appliquées, pour agir par voie de pression et de frottement sur les roues des voitures, et, comme exemple, nous publions, **Pl. 24**, les divers types les plus simples appliqués au chemin de fer industriel de Lagny a Neufmoutiers (Seine-et-Marne), et à diverses autres lignes d'intérêt local.

Pour les freins plus compliqués (système Guérin perfectionné — freins pour grande

vitesse, etc.), on en trouvera les descriptions détaillées dans notre *Portefeuille économique des Machines*.

Les wagons des tramways de Vienne ont aussi un système de freins très-simple, qui se manœuvre rapidement au moyen d'une manivelle verticale : ils agissent par un jeu de leviers horizontaux. On en verra la disposition sur la planche 23.

Dispositions nouvelles des freins Stilmant.

Pl. 24.

M. Stilmant construit, déjà depuis quelques années, un grand nombre de freins pour nos principales lignes de chemins de fer. Les divers types que nous avons reproduits sont ceux qui ont été le plus récemment modifiés et appliqués.

Le principe de ces freins consiste dans l'application d'un coin de serrage agissant par levier et vis, et dans l'entraînement des sabots par les roues pour obtenir un serrage suffisant. Une disposition particulière d'œils ménagés aux articulations des suspensions et des bielles permet l'entraînement des sabots par les roues qu'ils arrêtent. Ce frein agit aussi bien dans la marche en avant que dans la marche en arrière et se trouve, lorsqu'il est serré, complétement indépendant du châssis et des roues.

Les fig. 1, 2 représentent l'élévation et le plan d'un frein appliqué à des wagons plates-formes en usage sur la petite ligne de Lagny et autres à voie réduite (1 mètre entre rails généralement). Ce frein est d'une grande simplicité. Il n'agit que sur deux roues et, à la moindre impulsion au volant-manivelle, on peut arrêter sur des rampes qui dépassent $0^{m},04$ par mètre dans un parcours très-restreint. Le mécanisme se compose d'une vis à volant-manivelle, logée dans une colonne verticale en fonte et faisant mouvoir un balancier qui agit directement sur le coin. L'une des roues sert de point d'appui à l'autre et réciproquement. Deux suspensions maintiennent les sabots. L'une d'elles sert de glissière au coin et l'autre soutient par son axe la bielle de pression. Un des sabots se rappelle au moyen d'un ressort et d'une queue taraudée qui l'éloigne à volonté; l'autre sabot se règle en desserrant le frein, à l'aide d'une tige fixée aux têtes des suspensions, près du balancier, laquelle permet de l'éloigner de la quantité voulue.

Le réglage du frein s'opère facilement par une chape dans laquelle passe la tige de pression des sabots et qui comporte des cales maintenues par une clavette. On retire ces cales, placées entre les bras de la chape, et on les met entre la tranche de celle-ci et l'embase de la bielle de pression, de manière à rallonger cette dernière. Cette disposition procure l'avantage de pouvoir user complétement les roues et les sabots. De plus, quand on remplace ces pièces usées par des neuves, on peut remettre les cales à leur place primitive. Ce moyen est très-pratique et évite l'emploi de la vis, qui a de grands inconvénients pour le réglage des freins en général.

Poids : 150 kilogrammes.

La fig. 7 représente le frein appliqué aux wagons et tenders de grandes lignes. Pour les grands écartements entre les essieux, on place le coin au milieu du wagon, et la pression s'opère alors au moyen de deux bielles. Le réglage est le même que précédemment. On peut agir sur le coin, ainsi que l'indique le dessin, à l'aide d'un grand levier mu par une vis à contrepoids, comme cela se fait aux voitures du Nord, ou bien encore avec une transmission allant à l'extrémité de la caisse, comme aux wagons de troisième classe. Pour faciliter le desserrage du frein, des œils sont ménagés, comme nous l'avons dit plus haut, dans les suspensions des sabots et dans les glissières, afin de pouvoir opérer l'entraînement dans les deux sens du véhicule, dans une certaine limite, ce qui évite les trépidations quand le frein est serré. Les vis de commande de tous ces freins sont montées dans des crapaudines en acier trempé qui facilitent la manœuvre. On peut obtenir aisément 15,000 kilogrammes de pression en 3 à 4 secondes, avec un effort de 40 kilogrammes à la manivelle.

Quand les écartements d'essieux sont peu considérables, on applique le frein des fig. 1

et 2 sur deux roues, avec simple tourillon pour le balancier; mais dans les grands wagons on l'applique, comme nous venons de le décrire, avec quatre sabots et un arbre de transmission.

Poids : 460 kilogrammes.

FREIN AUTOMOTEUR. — *Fig.* 8.

La fig. 8 représente un frein automoteur, c'est-à-dire agissant à la volonté du mécanicien. Ce frein doit exister sur toutes les voitures à voyageurs, si l'on veut arrêter un train dans un parcours de 150 à 200 mètres. M. Stilmant a cherché quelle serait la puissance capable d'arrêter un wagon lancé à une vitesse de 60 kilomètres, et il a trouvé le moyen de produire la pression nécessaire à cet effet, sans jamais pouvoir la dépasser. Il y est arrivé en fixant une bielle de pression directement sur la tige du tampon et en plaçant sur cette tige des ressorts qui permettent toute la course du tampon sans devenir rigides avec la tige de pression. En pratique, quand on serre brusquement en tête, la pression devient grande sur la roue, puisque le tampon va à fond de course, par suite du frottement des roues sur le rail, occasionné par le serrage du frein de tender. Si, au contraire, on serre légèrement en tête, le frein agit peu, et il est ainsi un frein de service et de détresse. Un taquet que l'on accroche à la tige du tampon empêche le fonctionnement du frein dans les manœuvres de gare, et quand il est inutile de serrer le frein automoteur; mais aussitôt que le taquet est décroché de la tige du tampon, celui-ci, rendu libre, permet le fonctionnement du frein.

La seule chose qu'il y aurait à demander aux compagnies pour le bon fonctionnement de cet appareil, serait de déclancher tous les taquets quand un train est formé et de les remettre au repos quand on déforme le train. En agissant ainsi sur tous les véhicules, ce serait le moyen le plus simple et le plus sûr d'arrêter un train sans choc et dans le délai le plus court que puisse le permettre la pratique, puisque l'on peut augmenter ou diminuer à volonté la pression sur les roues.

Poids : 120 kilogrammes.

FREIN A MAIN. — *Fig.* 10 et 11.

M. Stilmant a complété son travail sur l'arrêt des véhicules en général, tant pour les trains que pour les manœuvres de gare, en imaginant un frein à main simple et puissant. Il est facile de voir, par les fig. 10 et 11, les dispositions de cet appareil. Le levier est d'un seul morceau et ne sert que de point d'appui à la bielle de pression du sabot. Un support fixé au châssis porte un axe qui passe dans le grand levier et lui sert de point d'articulation. Deux pièces excentrées réunissent le grand levier à la bielle de pression du sabot, et sont percées de trous disposés de manière à rallonger cette bielle pour permettre d'user complétement le sabot et la roue par un changement de position. Le sabot est suspendu par deux bielles pendantes fixées à un support boulonné au châssis. La crémaillère du grand levier est très-courte et permet, par conséquent, le passage dans les houillères, quais de gare, etc. La hauteur de cette crémaillère a pu être diminuée à cause de la disposition du frein, qui ne laisse aucun espace nuisible entre le sabot et l'extrémité du grand levier, puisque cette disposition n'exige ni arbre de transmission, ni carrés, ni clavettes, le frein agissant directement, sans intermédiaire.

Poids : 90 kilogrammes.

Les freins Stilmant sont appliqués aujourd'hui sur plusieurs lignes, notamment aux chemins du Nord, du Midi, de l'Est, de l'Ouest, de la Vendée, des Charentes, du Médoc, d'Orléans à Châlon, de Barbezieux à Châteauneuf, de Seine-et-Marne, etc., etc.

En Belgique : au Grand-Central Belge, au Luxembourg et au Chemin de fer de l'Etat.

En Russie : au chemin de Livny.

En Espagne : à la ligne de Cordoue à Belmetz, et dans différentes mines.

CHAPITRE V

ORGANES ET ÉLÉMENTS DIVERS DU MATÉRIEL

§ 1. — Note sur les bandages des roues.

C'est dans les relations des formes entre elles qu'il faut chercher la cause pour laquelle les bandages des roues s'usent, s'écrasent ou se déforment plus rapidement que les rails.

Un corps cylindrique qui roule sur un plan, et qui est en contact avec lui suivant une ligne parallèle à son axe, engendrée par la rencontre des points situés à sa circonférence avec ce plan, lui présente ses molécules dans une situation différente de celles de ce plan.

Si on suppose aux deux corps en contact des conditions de dureté et d'élasticité absolument identiques, et si la pression opérée au point de contact est telle qu'elle dépasse la limite de dureté et d'élasticité des corps, la matière elle-même sera déplacée, et il n'y aura pas d'autre cause d'une inégalité quelconque dans ce déplacement, que la différence que présentera dans chacun des deux corps la disposition moléculaire.

Les molécules d'un corps présentant un plan au point de contact avec un autre corps affectant la forme d'une pointe ou d'un coin, ne peuvent se déplacer, sous l'influence de la pression en ce point, qu'en déplaçant elles-mêmes un certain nombre d'autres molécules qui les entourent.

Les molécules situées à la circonférence d'un corps cylindrique ne peuvent se déplacer sous l'influence de la pression au point de contact sur un plan, qu'en intéressant dans ce déplacement un certain nombre de molécules, qui laissera une faible trace sur l'enclume, tandis que la lame aura été altérée par l'égrènement du tranchant au point de contact sur l'enclume. Les molécules de la lame, trouvant moins d'appui autour d'elles, se courbent, se brisent, en un mot, se séparent sans déplacer sensiblement celles de l'enclume qui se prêtent un mutuel appui.

Ce qui est vrai des effets du contact d'une lame sur un plan, l'est également du contact de la génératrice d'un cylindre sur un plan.

Il est ainsi démontré que deux corps semblables et d'égale dureté, mis en contact et pressés entre eux jusqu'au delà de la limite d'élasticité et de résistance à l'écrasement de la matière, s'altéreront inégalement en raison du nombre de molécules qui, par l'influence de la forme des corps, viendront contribuer à la résistance que l'un oppose à l'autre.

La forme cylindrique ayant pour effet d'intéresser à la résistance un nombre de molécules moindre que ne le ferait la forme plane, c'est le cylindre qui s'écrase à sa circonférence.

D'où il découle rationnellement :

1° Que la forme des corps en contact permet une altération égale entre eux, bien que leur dureté soit inégale, parce que la forme peut contribuer inégalement à la résistance en apportant aux molécules placées sous l'influence de la pression le concours des molécules qui les entourent ;

2° Qu'un corps dur peut s'altérer à son point de contact sur un corps moins dur, parce que ce dernier lui opposera un nombre de molécules beaucoup plus grand que celles par lesquelles il est attaqué. C'est le cas du burin qui s'émousse contre le fer. C'est celui de la scie ou du fer de rabot du plus pur acier, altérés par un clou en fer le plus doux logé dans du bois ;

3° Qu'un corps cylindrique sera d'autant plus facilement altéré par la pression sur un corps plan que son rayon sera plus faible, le nombre de molécules solidaires de celles

soumises au contact diminuant avec le rayon. L'expérience établit, en effet, qu'à charge égale et à égal chemin parcouru par leur circonférence, les roues s'usent d'autant moins que leur diamètre est plus grand ;

4° Que si la forme géométrique d'un corps cylindrique pressé sur un corps plan restait absolue par l'absence d'élasticité dans les deux corps, la résistance du cylindre serait moindre que celle du plan, en raison directe des angles tangentiels, ayant pour sommet le point de contact et pour côté inférieur le plan lui-même ;

5° Que si la dureté de la matière du plan était moitié moindre que celle du cylindre, l'écrasement des molécules des deux corps en contact se répartirait également entre les deux corps aussitôt que la résistance d'un nombre de molécules du corps plan se serait accrue, par la solidarité des molécules environnantes, jusqu'à égaler la puissance d'écrasement des molécules du corps cylindrique intéressées dans la pression au point de contact.

De déductions en déductions, on arrive ainsi à expliquer pourquoi un bandage en acier s'use ou s'altère sur un rail plus qu'il n'use ou n'altère le rail, et on peut admettre que si la dureté initiale de la matière qui constitue le rail et le bandage était connue, on pourrait déterminer analytiquement, d'après le diamètre du bandage, la durée relative des deux corps.

Il n'a encore été ici question que du simple contact déterminé par le passage d'un cylindre roulant sur un plan. Mais ce contact change de nature dès qu'il s'y joint, à la circonférence du cylindre, une force qui tend à imprimer à celui-ci une vitesse relative plus grande que celle qui résulterait du développement normal d'une circonférence sur un plan.

Dans ce cas, le cylindre tend à glisser par sa génération sur le plan, et s'il adhère à ce plan par une pression qui dépasse la limite de résistance des molécules à l'écrasement, les molécules séparées ne suivront pas le mouvement du cylindre, elles ne dépasseront le point de contact que sous la forme de lamelles ou de poussière, suivant qu'après l'écrasement elles auront conservé ou perdu la ductilité du corps dont elles faisaient partie.

Cette différence de travail, qui est le résultat du frottement de glissement, se produit dans les cas suivants :

1° Au contact des roues de wagons sur les rails toutes les fois que le diamètre des deux roues fixées sur un même essieu diffère, ou que l'état de la voie, combiné avec la forme conique ou concave des bandages, produit deux lignes d'inégale longueur sous la circonférence développée par chacune des roues au contact du rail ; enfin dans les courbes.

Pour ramener ces deux lignes à l'égalité de longueur, il faut que la roue du plus grand diamètre ralentisse sa marche ou que celle du plus petit diamètre active la sienne. Il est probable qu'à égalité de charge sur chacune des roues, la différence dans le mouvement se partage, et que c'est, dans tous les cas, la roue la plus chargée qui mène l'autre.

2° Cette différence de travail se produit encore au contact sur le rail des roues motrices des machines. Elle se compose d'abord de l'influence de la différence des diamètres, puisque ces roues sont, comme celles des wagons, fixées au même essieu ; et puis de l'égalité qui se produit dans la force motrice tangentiellement à la circonférence, suivant la position des manivelles de l'essieu moteur ou suivant les forces centrifuges du mécanisme. Cette inégalité dans la force motrice a pour résultat que l'usure du bandage est toujours la plus forte au point de contact sur le rail qui correspond au moment ou la force, imprimant aux roues le mouvement rotatif, est le plus intense.

3° Le maximum des différences de travail se produit sous les roues motrices accouplées, d'abord parce qu'aux différences de diamètre de ces roues fixées sur le même essieu, s'ajoutent les différences de diamètre des roues liées entre elles par les bielles d'accouplement. Sous ces roues, le frottement de glissement semble partiellement substitué au frottement de roulement.

Ces causes diverses de la substitution, dans le mouvement rotatif, du frottement de glissement à l'action du roulement au point de contact des roues sur les rails, expliquent l'extrême variété des résultats d'expérience sur l'effort de traction. L'état du matériel et celui de la voie le font varier du simple au double.

L'expérience la plus concluante à cet égard est celle qui est donnée par l'exploitation des lignes de Versailles (rive gauche et rive droite), qui sont à pentes continues : la première de 5 millimètres, la seconde de 4 millimètres et une légère fraction.

Sur toutes deux, les trains de ballast ou de matériaux sur plates-formes, livrés à eux-mêmes et le régulateur fermé, atteignent, en descendant, la vitesse des trains de voyageurs.

Pour les trains de voyageurs ou de marchandises en wagons couverts, la machine exige, en descendant, une très-faible quantité de vapeur. Dès que le train a pris sa vitesse normale, la vapeur est limitée, sur la rive droite, aux résistances de la machine.

C'est sur cet exemple, observé personnellement pendant vingt années consécutives, que nous avons basé l'opinion, qu'à une vitesse normale de 25 à 30 kilomètres, l'effort de traction d'un train ordinaire est de 4 kil. 25 par tonne de son poids, machine comprise.

C'est là un résultat pratique, qui ne se modifiera que lorsque la voie et le rail seront parfaitement établis, les roues toujours égales, les matériaux des bandages et des rails très-durs, les essieux bien rigides et les fusées arrosées par un liquide très-lubrifacteur.

§ 2. — Durée des bandages en acier sur rails en acier.

Avant de conclure sur la nature des effets qui se produisent, comparons ce qui se passe avec ce qui aurait lieu dans le cas de l'emploi exclusif de bandages en acier sur rails en acier.

L'application des bandages en acier Krupp aux roues des véhicules et machines est faite depuis assez longtemps pour qu'on puisse se rendre compte de la diminution d'épaisseur des bandages produite par le parcours. Nous n'avons pu cependant disposer que d'un nombre restreint d'exemples. Les deux premières colonnes du tableau suivant en indiquent les résultats; les deux dernières s'appliquent au parcours et à l'usure correspondante des bandages sur l'ancien réseau du chemin de fer d'Orléans.

ESPÈCES DE BANDAGES.	Parcours total d'un bandage en acier Krupp.	Parcours correspondant à un millim. d'usure.	Parcours total des roues, en 1862, sur le chemin de fer d'Orléans.	Parcours par millim. de diminution d'épaisseur du bandage.
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
Roues de voitures et wagons....	545,000	21,000	797,312,788	33,800
Roues de tenders..............	313,000	12,500	64,248,390	5,130
Roues motrices de machines à voyageurs et mixtes	236,000	9,500	20,749,326	2,180
Roues de support..............	236,000	9,500	20,749,326	2,180
Roues de machines à marchandises..........................	125,000	5,000	22,749,398	4,550
Diminution totale annuelle présumée de l'épaisseur des bandages : 47,840 millimètres.				

1° M. Laurent a constaté des parcours moyens de 60,000 kilomètres avant le premier retournage, effectués par huit paires de roues couplées de machines locomotives de $1^{m},67$ de diamètre, munies de bandages en acier de Krupp.

Le parcours des trains ayant été de 9,814,508 kilomètres, la diminution correspondante au passage d'un train sur un kilomètre sera :

$$\frac{47,840 \text{ mill.}}{9,814,508} = 0^{mm},00,487.$$

Une circulation de 9,125 trains amènera une diminution de $(9,125^{c} \times 0^{mm},00,487)$, soit $18^{mm},70$, au lieu de 126 millimètres que nous a donné l'emploi de bandages en fer.

Soit un effet près de sept fois moindre.

Ces 18mm,70 correspondront (déduction faite de la matière enlevée au tour) à 13mm,6, et par rail à 6mm,8; de sorte que, si les effets étaient identiques sur les rails et les bandages, l'abaissement de la table du rail en acier serait, dans un an, de 6mm,8.

Or, si dans l'emploi de rails en fer nous avons trouvé qu'une diminution d'épaisseur des bandages de 118 millimètres, correspondante à 59 millimètres par rail, n'avait pas d'effet sensible sur la hauteur du rail, à plus forte raison se produira-t-il un effet moindre encore si le rail, au lieu d'être en fer, est en acier.

Nous pouvons maintenant apprécier les conséquences de l'emploi de bandages en acier Krupp et de rails en acier Bessemer, ayant une table de 90 millimètres, une hauteur de 20 centimètres, pesant 82 kilogrammes par mètre, et ayant un moment d'inertie de 250,000 kilogrammes.

1° La longueur de table permettra d'accroître le poids supporté par les roues de 6 tonne à 9 tonnes; le bandage sera ainsi usé régulièrement dans toute la largeur de sa surface de roulement;

2° Le bandage conservera sa forme régulière, et l'altération des rails sera diminuée de tout ce dont l'accroît aujourd'hui l'influence du creux qu'affecte la surface de roulement après un certain parcours;

3° Le rail ayant, proportionnellement à la charge de 9 tonnes, un moment d'inertie beaucoup plus considérable que celui que présente le rail actuel par rapport au poids de 6 tonnes, les effets de destruction résultant de la flexion des rails seront beaucoup moindres;

4° Le rail en acier, fabriqué par la méthode Bessemer, étant un fer légèrement carburé, doué de plus d'homogénéité et de ténacité que le rail actuel, néanmoins doux et ductile, ressentira infiniment moins les effets du passage des roues. Il sera sans doute martelé et forgé à froid, lamellé par la pression des bandages; mais il s'exfoliera moins, il ne s'éraillera pas et ne se dessoudera plus, parce qu'il sera mieux soudé, qu'il sera soumis à des flexions moindres et que la régularité des surfaces en contact diminuera l'intensité du frottement qui résulte du mouvement de lacet.

§ 3. — Étude sur l'adhérence des bandages en acier sur rails en acier.

Examinons maintenant les conséquences de l'emploi des rails et des bandages en acier sur l'adhérence.

L'économie ne sera obtenue, dans le transport des grandes masses qui importe d'abord au pays, et dans les très-grandes vitesses, qu'à l'aide d'une parfaite stabilité dans le mouvement. Parmi les conditions de cette stabilité est, en première ligne, la régularité du contact des bandages et des rails, et, par conséquent, l'assiette normale des éléments qui composent la voie.

Pour obtenir ce résultat, nous n'avons à compter qu'avec les matériaux dont nous disposons.

Parmi ces matériaux, les plus perfectionnés sont l'acier Krupp pour les bandages; l'acier, ou, si l'on veut, le fer Bessemer pour les rails.

Nous connaissons aussi la nature des effets du contact réciproque de ces deux matières. Le bandage Krupp s'use, en se pulvérisant, bien plus qu'en se déformant. La table du rail s'use par exfoliation, et le rail se détruit par d'autres effets. L'usure du bandage est prompte, celle du rail est très-lente. La proportion est peut-être comme 100 à 1.

Que deviendra l'adhérence dans ces conditions?

Et d'abord l'adhérence résultant du contact des bandages sur les rails produit des effets très-différents sur les surfaces en contact, suivant qu'il y a simplement roulement comme pour les roues de support, ou qu'au simple mouvement s'ajoute la tendance au glissement résultant de l'effort appliqué à la circonférence des roues motrices isolées ou accouplées.

Quelle est cette différence?

La question se complique ici des effets du poids porté par les roues et de leur diamètre. Les bandages des roues de wagons, dont on peut déterminer approximativement la diminution d'épaisseur proportionnellement au parcours, portent un poids qui varie de $1^t,5$ à 4 tonnes; leur diamètre varie de $0^m,91$ à 1 mètre.

Les roues de support des machines portent, en tout temps, $4^t,5$ à $5^t,5$; leur diamètre est de 1 mètre à $1^m,10$.

Les roues motrices portent 5 à 6 tonnes; leur diamètre varie entre $1^m,20$ et $2^m,30$.

Nous avons dit que les documents qui sont entre nos mains nous permettaient d'attribuer aux roues des divers usages, garnies de bandages Krupp, les diminutions d'épaisseur comparatives suivantes :

Nos	ROUES.	DIAMÈTRE.	CHARGE.	PARCOURS correspondant à une diminution d'épaisseur de 1 millimètre.	PARCOURS entier d'un bandage.
				kilom.	kilom.
1	Motrices couplées (machines à marchandises ...	1 mètre à $1^m,25$	5 à 6 tonnes	5,000	125,000
2	Motrices couplées (machines mixtes)	$1^m,50$	$4^t,5$ à $5^t,5$	9,500	237,500
3	Motrices indépendante....	$1^m,80$ à $2^m,30$	$5^t,5$ à $6^t,5$	12,500	313,000
4	Voitures et wagons......	$0^m,91$ à $1^m,05$	$1^t,5$ à 4 tonnes	21,800	545,000

Les différences considérables que présente l'affaiblissement de l'épaisseur des bandages démontrent suffisamment que cette diminution est fonction du poids porté par les roues, de leur diamètre et de l'effort exercé à leur circonférence.

Si on compare les numéros 1 et 4, le poids n'explique que partiellement la différence qu'ils présentent.

En effet, le poids moyen supporté par les roues couplées de machines à marchandises est de $5^t,5$; celui que supportent les roues de wagons est de $2^t,25$. Si l'affaiblissement du bandage était proportionnel au poids porté par la roue et en raison inverse du diamètre, le parcours correspondant à un affaiblissement de 1 millimètre devrait, par les roues couplées de machines à marchandises, être augmenté en raison directe de la différence des diamètres, et il devrait être réduit en raison inverse du poids; cela élèverait le parcours des roues de ces machines, correspondant à 1 millimètre de diminution d'épaisseur, à 12,450 kilomètres, au lieu de 5,000 kilomètres, d'où on est autorisé à conclure que la différence (8,450 kilomètres) doit être attribuée à l'effort à la circonférence résultant de la puissance motrice avec accouplement.

Si on compare l'affaiblissement d'épaisseur des roues de wagons n° 4 avec celui des roues motrices indépendantes n° 3, le parcours de 12,500 kilomètres de ces dernières s'élèverait à 17,100 kilomètres, d'où il résulte que l'influence de l'effort à la circonférence s'exprime par un parcours de 4,600 kilomètres que les roues feraient en plus si elles n'étaient pas sollicitées par cet effort.

Les comparaisons suivantes nous donneront des résultats sur les effets de l'accouplement des roues, ajoutés à ceux de l'effort à la circonférence.

Si on compare la diminution d'épaisseur des bandages des roues accouplées des machines mixtes (n° 2) avec celles des roues motrices indépendantes (n° 3), on trouve que le terme 9,500 est ramené à 10,850, d'où il résulterait que la différence 1,650 kilomètres serait attribuable à l'accouplement.

Enfin, si on compare la diminution d'épaisseur des bandages des roues motrices accouplées des machines mixtes (n° 2) avec celles des roues de wagons, le nombre 9,500, qui exprime le parcours attribuable à la diminution d'un millimètre, devient, en fonction du diamètre et du poids, 15,200, donnant ainsi une différence de moitié, attribuable à l'effort à la circonférence et à l'accouplement.

Résumant ces résultats, nous trouvons que l'effort à la circonférence et celui qui est dû à l'accouplement réduisent le parcours des bandages des roues motrices, dans les proportions suivantes, par millimètre d'usure :

	PARCOURS NORMAL abstraction faite de l'effort à la circonférence et de l'accouplement.	PARCOURS RÉDUIT par les effets de l'effort moteur à la circonférence et des frottements dus à l'accouplement.
	kilom.	kilom.
EFFORT A LA CIRCONFÉRENCE.		
Roues motrices indépendantes......	17,100	12,500
EFFORT A LA CIRCONFÉRENCE ET ACCOUPLEMENT.		
Roues motrices des machines mixtes..................	15,200	9,500
Roues motrices des machines à marchandises.....	13,450	5,000

Les effets destructeurs des bandages résultant de l'effort à la circonférence des roues motrices indépendantes étant un, s'élèvent à 1,31 pour les roues couplées des machines mixtes, et à 2,50 pour celles des machines à voyageurs. Comparées au diamètre des roues, la course et l'aire des pistons des machines à marchandises l'emportent toujours sur celles des pistons des autres machines. C'est ce qui fait l'importante différence signalée dans le parcours des bandages des roues des machines à marchandises pour une même diminution d'épaisseur.

Les résultats que fournit le tableau qui précède ne doivent être considérés comme exacts que jusqu'à concurrence de l'exactitude des renseignements que nous avons recueillis. Malgré l'extrême bienveillance que nous rencontrons dans nos recherches, on comprend que les faits manquent là où l'intérêt de les recueillir ne semblait pas apparent. Nous avons cherché une méthode analytique rigoureuse, mais en regrettant le vague des chiffres dont nous faisons usage. Aussi ne considérons-nous cette discussion que comme le canevas d'un travail sur lequel des chiffres plus exacts jetteront une lumière plus sûre.

De ce que les bandages de roues motrices se creusent d'autant plus vite qu'elles sont plus chargées et que l'effort à la circonférence est plus grand; de ce que l'accouplement des roues est également une cause d'accroissement d'usure, il importe, si l'on veut augmenter la puissance des machines, d'employer, pour les bandages et les rails, des matériaux plus résistants, ou de mettre les matériaux actuels dans de meilleures conditions de résistance.

Signalons, parce que c'est ici le lieu, que la part qui est attribuée par nos chiffres aux effets de l'accouplement sur l'usure des roues semble trop faible. Il est fort désirable que cela devienne l'objet d'observations décisives.

Ce qui est incontestable, c'est que l'usure des roues motrices correspond à une quantité de matière métallique broyée au point de contact entre les roues et les rails. Ce broiement a deux causes : l'écrasement résultant de la pression verticale et le glissement résultant de l'effort à la circonférence et de l'accouplement.

L'expérience indique que l'adhérence des machines à roues accouplées est plus forte, à poids égal, que celle des roues libres; et, en effet, l'effort de traction qui est habituellement demandé aux premières est, en service courant, proportionnellement plus élevé par rapport au poids porté par les roues motrices, que celui que l'on demande aux secondes. Cela s'explique d'ailleurs. Il faudrait que les roues accouplées eussent un diamètre mathématiquement égal et qu'elles portassent sur les rails par des points situés tangentiellement à la circonférence à une distance mathématiquement égale des centres des roues, pour que l'accouplement n'ajoutât pas un effort sensible à celui qui est exercé sur des roues libres. Mais ces conditions d'identité mathématique, quant au cercle décrit par chaque roue sur le rail, n'existent jamais. A chaque tour de roue vient ici s'ajouter une

certaine quantité de frottements qui peut s'exprimer par les différences du parcours développé par la circonférence de chacune des roues avec la distance dont la machine s'est avancée sur les rails; alors toutes les différences en moins et toutes les différences en plus s'accumulent; toutes constituent un frottement de glissement correspondant à une certaine quantité de matière métallique broyée.

Cette matière est-elle celle du bandage? est-elle celle du rail? Le bandage est dur, le rail l'est beaucoup moins; le rail devrait donc céder. Or il ne cède pas. La raison apparente de ce phénomène est-elle dans la forme cylindrique des bandages? Le contact angulaire sur une surface droite, d'un cylindre animé d'un mouvement de rotation et de progression, expose-t-il les molécules situées à la circonférence du cylindre à un départ tangentiel, aussitôt que l'écrasement les a détachées? Y a-t-il là aussi l'application d'un fait très-général, celui de la schistosité, qui se produit par l'écrasement des matières ductiles sous d'énormes pressions? Cela semble vrai pour les métaux comme pour les autres matières minérales. Lorsque le fer en barre est laminé à une haute température, sa texture reste grenue; à mesure que la température s'abaisse, le laminage prolongé rend le fer nerveux, ce qui est une première disposition des fibres; puis il le rend fibreux, c'est l'état dans lequel le nerf est chevelu et court. Dans ces opérations et transformations, la forme lamelleuse ne se montre pas, parce que la pression est relativement faible; mais dans le travail de la tôle, sous l'influence de hautes pressions, se produit la schistosité, c'est-à-dire la contexture de l'ardoise. Il faut, il est vrai, pour en arriver là, que le laminage soit poussé à l'excès, soit comme pression, soit comme abaissement de la température du métal, mais c'est un fait bien connu des fabricants.

En résumé, l'adhérence s'explique par le frottement; le frottement lui-même n'a pas d'autre expression qu'une certaine quantité de matière altérée ou broyée sous l'influence de la pression; cette matière est celle des surfaces en contact. Que des corps lubrifacteurs ne puissent pas s'interposer, c'est la matière métallique qui sera broyée; cela se produit dans le mouvement de glissement d'une surface sur une autre.

Mais dans le cas du mouvement des roues sur les rails, le contact se compose d'un mouvement rotatif et d'un mouvement progressif, dont la combinaison donne lieu au frottement de roulement, qui est bien plus faible que le précédent.

Ce frottement serait encore réduit, si le rail fuyait sous la roue dans le même sens et avec la même vitesse que celle dont la circonférence de la roue est animée.

Parmi les divers frottements connus dans la nature, celui du glissement de deux surfaces l'une sur l'autre; celui du mouvement rotatif et progressif d'un cylindre sur une surface plane; et celui de deux cylindres tournant tangentiellement l'un sur l'autre : le dernier est le plus faible à égalité de dureté et de poli des surfaces; le second est beaucoup moindre que le premier. C'est le dernier qui s'applique en partie aux boites à graisses à galets de M. Bricogne; le second ne s'applique qu'aux roues des wagons et des voitures; il cesse de s'appliquer exclusivement aux roues motrices toutes les fois que le mouvement progressif ou la vitesse de translation diffère du mouvement rotatif. La différence entre ces deux mouvements est un frottement de glissement. Quand la machine patine, le mouvement rotatif est très-supérieur au mouvement de translation de la machine, et il y a glissement.

Pour ramener ces deux mouvements à l'identité ou aussi près que possible de l'identité, on interpose du sable entre les surfaces en contact; le sable est broyé par la pression entre les surfaces; il a augmenté le frottement du glissement, de sorte que la force nécessaire pour le vaincre dépasse la résistance propre du train, et alors la machine progresse. C'est le broiement d'une matière qui a aidé à ramener l'équilibre entre l'adhérence et l'effort de traction.

Ce moyen a de nombreux inconvénients, et l'un des plus graves est de nuire au roulement du train après le passage de la machine; mais il est significatif, parce qu'il démontre que s'il était possible de charger instantanément les roues motrices quand elles patinent, l'adhérence serait maintenue sans l'interposition du sable. Il faudrait simplement que le

poids porté par les roues fût proportionnel à la dureté des bandages et des rails, afin que la matière métallique détachée et broyée par la pression tînt lieu de sable. Plus cette matière aurait de dureté, plus son action serait efficace, et par cela même une très-faible usure des bandages ou du rail correspondrait à une énorme augmentation d'adhérence.

Supposons, en effet, qu'au lieu du sable dont le broiement augmente l'intensité du frottement de glissement et représente une certaine quantité de travail, on emploie de l'acier en poudre, supposé cent fois plus dur que le sable; le même glissement représenterait alors un travail cent fois plus considérable; de sorte que si la quantité du travail nécessaire pour rétablir l'équilibre entre l'adhérence et la résistance du train est exprimée par le glissement, celui-ci sera d'autant moindre que la matière interposée et broyée sera plus dure.

Mais à la place du sable, supposons que c'est la matière elle-même qui constitue le bandage et le rail qui devra être arrachée et pulvérisée ou lamellée par l'écrasement, aussitôt que le frottement de glissement se substituera au frottement de roulement. Ce sera alors l'adhérence qui représentera l'énorme quantité de travail nécessaire pour détacher la matière de la circonférence du bandage ou de la table du rail et pour la broyer; l'adhérence sera ainsi augmentée par l'intensité du frottement de glissement et le mouvement de glissement sera diminué en proportion.

Telles sont les conclusions auxquelles nous arrivons par l'emploi de l'acier aux bandages et aux rails.

Nous les résumons :

1° L'emploi de rails en acier ayant une table plus large que les rails actuels, un champignon plus haut, plus de hauteur totale et un moment d'inertie plus considérable, permettra d'accroître le poids porté par les roues motrices des machines proportionnellement aux accroissements de dimension donnés à la forme actuelle des rails.

2° Loin de redouter une diminution d'adhérence de la dureté et du poli des surfaces en contact, il y a lieu d'en attendre un accroissement.

3° La durée des bandages et des rails ne peut être qu'augmentée par l'élargissement de la table de roulement.

4° Il n'y a pas, dans l'emploi des rails en acier, de motif de craindre que le poids de contact entre le bandage et le rail soit moins étendu transversalement à l'axe du rail; il y a, au contraire, présomption qu'il sera plus étendu par le fait de l'augmentation de largeur de la table.

Dans ce cas, l'usure des bandages et du rail étant proportionnelle à la pression par m/m^2 pourra ne pas être supérieure à l'usure actuelle, et pourra être moindre, à raison de la dureté des surfaces en contact.

5° L'adhérence étant le résultat d'un travail produit par le frottement de glissement, travail qui consiste à broyer la matière détachée par l'excès de pression, ou interposée, plus cette matière sera dure, plus le travail accompli en une unité de temps sera considérable, plus sera faible le mouvement de glissement par rapport au travail accompli, plus l'adhérence sera forte.

§ 4. — De quelques-unes des conditions qui doivent guider l'Ingénieur dans le choix des inclinaisons d'un profil de chemin de fer.

On peut déduire des notes et observations qui précèdent, concernant l'adhérence des bandages, en général, d'utiles corollaires pour confirmer le choix de telle ou telle solution, pour l'ensemble du régime d'un chemin de fer.

Nous avons fait ressortir, dès la première Section, l'intime connexion qui existe entre la voie et le matériel, entre la partie fixe et la partie mobile d'une voie de communication quelconque.

Voici donc les observations que l'on doit se faire, au point de vue du choix et de l'orga-

nisation du matériel combiné avec la possibilité d'un tracé suivant une pente plus ou moins prononcée.

Un chemin quelconque doit être facilement parcouru par des trains remorqués par une machine en *simple traction.* Si sur certains points du tracé une inclinaison supérieure à celle que peut franchir la *simple traction* est utile, il faut, autant que possible, que le renfort soit limité à une *double traction.* Pour choisir un exemple, prenons un tracé dont l'inclinaison de 15 à 20 millimètres sont en nombre assez considérable pour que la puissance des machines, comme simple traction, soit basée sur une inclinaison maxima de 20 millimètres ; si, sur cette ligne, il se présente des points où il soit utile que l'inclinaison soit beaucoup plus forte, il faudra concentrer cette inclinaison exceptionnelle sur un très-petit nombre de points, et la limiter aussi pour qu'elle n'exige pas un renfort supérieur à la puissance que peut donner la *double traction* par l'addition d'une machine de renfort. Dans cet exemple, les inclinaisons courantes n'excédant pas 15 à 20 millimètres, l'inclinaison exceptionnelle sera 30 à 35 millimètres.

La simple traction exigera un effort de 24 kil. 25 par tonne, et l'inclinaison de 35 millimètres élevant cet effort à 39 kil. 25, la double traction donnera, on le voit, une puissance très-supérieure à celle qui est nécessaire ; mais cet excédant de puissance est utile, parce qu'il est reconnu que l'emploi de deux machines réduit (faiblement, il est vrai, mais réellement) le travail utile de chacune.

L'exemple que nous citons ici n'est pas imaginaire : il semble se produire avec une économie très-considérable sur le capital de construction, dans un chemin destiné à entrer comme une artère indispensable dans le réseau des grandes lignes. Ce chemin doit, à ce titre, repousser toute économie motivée par un système d'exploitation qui exigerait la réduction ou la division des trains, ou l'emploi de véhicules spéciaux. Il devra choisir, entre les plus puissantes machines connues, le type qui assurera à la *simple traction* une marche régulière.

Mais cette machine devra pouvoir franchir les courbes du chemin avec la même facilité que les véhicules actuels. A quel rayon minimum faut-il donc s'arrêter pour les courbes ? Il ne s'agit pas seulement, pour une machine, de franchir une courbe sans être disloquée ; elle doit les franchir sans que les frottements qu'elle y subit l'empêchent de développer non-seulement l'effort de traction résultant du poids du train et de l'inclinaison de la voie, mais encore le supplément de travail qu'une machine exige à cause de la différence du parcours des roues et des frottements auquels donne lieu le grand espace entre les essieux extrêmes des véhicules actuels.

Le fait le plus intéressant à cet égard est celui qui se produit dans l'exploitation du Semmering.

Sur la longueur totale de 40,940 mètres, les courbes de 190 à 300 mètres ont un développement de 6,691 mètres, soit 16 p. 100, et celles de 190 à 380 mètres ont 10,460 mètres, soit 26 p. 100. Or, et bien que la traction ait été, dès l'origine, opérée sur le Semmering avec des machines locomotives à châssis articulés (système Engerth), le parcours des courbes de 190 mètres produit des effets désastreux pour la voie et le matériel. C'est moins à la remonte, où la vitesse est faible, où les véhicules sont distants les uns des autres, que ces effets se montrent; c'est principalement à la descente, où la vitesse est grande, les véhicules appuyés les uns aux autres, le mouvement rotatif des roues ralenti, suspendu quelquefois par les freins et transformé, en tout ou en partie, en mouvement de glissement.

Les dépenses considérables et les inconvénients de ces courbes de 190 mètres sont tels que la Compagnie a, pour la traversée des Alpes par le Brenner, entre Inspruck et Brixen (ligne de Vienne à Vérone), limité le rayon minimum des courbes à 316 mètres (1,000 pieds autrichiens). Cette ligne, aujourd'hui presque achevée, a une longueur totale de 88 kilomètres, et le développement des courbes de 316 mètres y est de 14,400 mètres, soit 16 p. 100. Ce tracé est donc bien supérieur sous ce rapport à celui du Semmering.

Enfin la même compagnie, obligée par son acte de concession d'exécuter un chemin de fer d'Œdembourg à Kanizza, qui permettra d'éviter le Semmering moyennant un allongement de 55 kilomètres, a l'intention de diriger tout son trafic par cette ligne, bien qu'elle ne puisse appliquer son tarif sur ces 55 kilomètres, aux marchandises allant de Vienne à Trieste, et réciproquement. Aucun fait plus significatif ne s'est produit encore sur l'importance qu'il y a de mettre en rapport le rayon des courbes avec le matériel.

Le rayon minimum de 300 mètres est adopté pour la traversée des Pyrénées, sur des inclinaisons de 15 millimètres, et sur le chemin de fer de Bilbao ; celui de 400 mètres, sur des inclinaisons semblables pour la traversée du Guadarrama; celui de 700 mètres est adopté pour le chemin de fer de Montrejeau à Tarbes sur l'inclinaison de 32 millimètres, dont la longueur est de 8,101 mètres.

Il y a une relation entre les inclinaisons et les courbes, à raison de l'emploi du matériel actuel et de l'accroissement de résistance à la traction qu'il rencontre dans les courbes. Une grande partie de l'accroissement de résistance disparaît avec l'emploi du matériel américain et surtout du matériel articulé ; mais, l'usage exclusif du matériel ordinaire étant donné, cette condition ne semble pas permettre de descendre le rayon des courbes au-dessous de 300 mètres. Cette condition semble même plus rigoureuse encore pour les machines ; car les locomotives peuvent toujours s'adapter aux exigences locales de la voie, tandis que l'intérêt d'éviter le transbordement interdit toute modification locale du matériel.

Les ingénieurs qui ont étudié le plus les chemins de montagnes et qui ont dû s'enquérir avec le plus de soin de la question qui nous occupe, l'ont résolue ainsi.

Nous avons vu que M. Michel, Ingénieur des Ponts et Chaussées, auquel on doit la pensée et l'exécution de la traversée des Alpes par le Brenner, a limité le rayon minimum des courbes à 316 mètres. Or, quelques années avant, et quand les faits que nous avons signalés sur le Semmering commençaient à se reproduire, cet ingénieur, étudiant la traversée des Alpes par le Luckmanier, a fait un projet remarquable dans lequel le rayon minimum des courbes est de 275 mètres et les inclinaisons de 30 millimètres ; il est même à présumer que si ce projet était aujourd'hui exécuté avec l'obligation d'y appliquer le matériel actuel, l'ingénieur porterait ce rayon minimum à 316 mètres, comme il vient de le faire pour la traversée par le Brenner.

Il ne faut pas oublier que l'adoption d'un rayon minimum de 300 mètres peut élever du simple au double, au triple, et au delà même, la dépense d'exécution d'un chemin de fer à courbes de 200 à 300 mètres. Mais dans ces conditions l'ingénieur compare, et si l'exécution d'un tracé à courbes comportant l'usage du matériel actuel est au delà des forces financières dont il est possible de disposer, il doit se décider à l'emploi d'un matériel spécial, et réduire le rayon des courbes au minimum compatible avec l'usage de ce matériel.

E. Flachat.

§ 5. — Avantages des Voitures à deux étages, ou à impériale, pour les Chemins de fer économiques.

Depuis longtemps on emploie sur les chemins de fer de la banlieue de Paris — Ouest, rive droite et rive gauche, — Vincennes, — Nord, Montmorency et Argenteuil, — des voitures à deux étages, sur lesquelles on monte au moyen d'escaliers situés à l'arrière.

1° *Types de Versailles.* — Sur les lignes de Paris à Versailles, les impériales sont ouvertes par les côtés, et les montants sont de simples tiges en fer T, ou en bois ferré, avec consoles à jour dans les angles. (Voir *Portefeuille des Machines*, 1869, *Pl.* 47.)

La longueur totale des voitures est de $6^m,70$ pour la caisse, et de $8^m,070$ en y comprenant les deux escaliers et jusqu'à l'extrémité des tampons placés sous ces derniers.

La largeur de la caisse est de $2^m,470$ en dedans.

La largeur de l'impériale $= 1^m,860$.

La hauteur totale de la caisse est de $1^m,700$ du dessous du plancher à l'extérieur du plafond. Elle est de $1^m,640$ à l'intérieur.

On sait que, dans les voitures à impériales, il faut nécessairement réduire les hauteurs de chaque étage, à cause des tunnels, qui ont été construits en prévision de voitures ordinaires seulement.

Le nombre total de voyageurs est de 50 à l'intérieur (10 bancs de 5 places), plus 34 sur l'impériale (8 bancs de $4 = 32 + 1$ banc de $2 = 34$). Total : 84.

§ 6. — Wagons Vidard, à impériales fermées.

Les wagons établis par M. Vidard pour les chemins de fer de l'Est et du Nord (Enghien, Montmorency, etc.) sont à impériales fermées.

Leur galbe, en forme renflée au milieu de la hauteur, n'est pas très-agréable à l'œil : il rappelle un peu trop (avec les teintes noires que l'on a adoptées) les profils des voitures des pompes funèbres.

En rétablissant le profil à montants verticaux (type Ouest fermé) on arriverait à un aspect plus satisfaisant à la vue.

La circulation, dans les voitures Vidard, a lieu par un couloir central, à l'intérieur, tandis que dans les impériales de l'Ouest elle a lieu sur les deux côtés extérieurs : on gagne ainsi plus de largeur totale intérieure, mais en revanche, on perd une place pour le passage. En fait, dans les deux systèmes, il n'y a que 4 places en travers sur chaque rang des impériales.

§ 7. — Voitures dites américaines, à passage central.

En Amérique, en Suisse et en Autriche-Hongrie, on emploie, principalement pour les 2e et 3e classes, des voitures à passage longitudinal dans l'axe du véhicule, avec des groupes de 2 places à droite et 2 places à gauche opposées dos à dos.

Lorsqu'il y a, dans le convoi, un wagon-buffet, un wagon-salon, un wagon-terrasse, un wagon-bibliothèque, etc., cela peut être assez commode et donner une agréable distraction aux voyageurs impatients. Malheureusement, la nuit, ou en cas de mauvais temps, il est très-incommode de voyager dans ce genre de voitures, car l'ouverture perpétuelle des portes extérieures, par lesquelles s'engouffre le vent et la pluie, dérange considérablement les voyageurs des compartiments contigus à la porte.

En outre, cette sorte de promiscuité de tous les compartiments est des plus fatigantes lorsqu'il y a des voyageurs ivres, ou bruyants, ou batailleurs, comme il s'en rencontre malheureusement trop souvent, surtout dans les pays du midi.

§ 8. — Voitures à galerie latérale.

Nous croyons que le meilleur système serait un type de voiture *à une seule galerie latérale extérieure* (le marchepied continu du côté extérieur de la voie, transformé en passage régulier avec un léger garde-corps en fer).

De cette manière, on combinerait : 1° l'avantage de la circulation possible d'une extrémité du train à l'autre (notamment pour se rendre au wagon-buffet ou au wagon-cabinet — ou pour prévenir le mécanicien en cas d'accident), — avec : 2° l'avantage d'avoir des compartiments isolés, où les personnes de la même société, fumeurs ou non-fumeurs, dames, militaires, commerçants, ouvriers, etc., pourraient se trouver ensemble, sans être perpétuellement dérangés par les allants et les venants, et pourraient dormir en paix la nuit.

Nous recommandons cette combinaison mixte aux concessionnaires des nouveaux chemins de fer d'intérêt local, car elle concilie le mieux possible les divers points de vue qui divisent encore aujourd'hui les ingénieurs et les constructeurs de matériel.

C. A. Oppermann.

QUATRIÈME SECTION

TERRASSEMENTS

ASSAINISSEMENTS — MURS DE SOUTÈNEMENT
ET OUVRAGES D'ART COURANTS

CHAPITRE I

PROFILS ET EXÉCUTION DES TERRASSEMENTS

§ 1. — PROFILS.

Les Terrassements jouent, en quelque sorte, le rôle principal dans l'établissement de l'immeuble d'un chemin de fer; car, malgré le nombre et l'importance des ouvrages d'art, ponts, viaducs, tunnels, etc., la chaussée est, en fin de compte, indispensable sur tout le parcours de la ligne.

Si l'on faisait un tracé mal étudié, sans suivre les principales courbes du terrain, sans prévoir les croisements des contreforts ou des vallons, on arriverait à des mouvements de terre formidables sur les lignes en apparence les plus faciles, et l'on sait que chaque mètre cube déplacé se traduit, en pratique, par une dépense moyenne qui varie depuis $0^f,80$ jusqu'à $2^f,00$ en terre ordinaire ($1^f,25$ à $1^f,40$ en moyenne) — et, si l'on est en roche compacte, les déblais peuvent coûter jusqu'à 4 fr. et 5 fr. le mètre cube.

Il y a donc un intérêt de premier ordre, d'abord : 1° à éviter les grands mouvements de terre, autant que possible;

2° A compenser les remblais par des déblais voisins, et d'un cube équivalent, sur la ligne même du tracé;

3° Enfin, si l'on est obligé, par la configuration du terrain, de faire, quand même, de grands déplacements de cubes de terre ou de rocher, il faut s'ingénier à y arriver par les moyens les plus économiques possibles, et, à ce dernier point de vue, la construction des chemins de fer a ouvert dans l'industrie des terrassements tout une ère nouvelle, surtout en ce qui concerne le transport des terres à grande distance.

Pl. 8.

Au point de vue des *Profils*, la planche 8 indique les principales variantes que l'on adopte, pour les chemins de fer économiques, suivant que l'on est placé sur une route en terre-plein à niveau, en remblai ou en déblai. Nous n'avons pas besoin de revenir sur les détails de chaque type, l'inspection des figures y suffira : d'ailleurs chaque ligne a adopté pour son tracé des dimensions assez variables, suivant la nature dominante du sol sur son parcours, et aussi suivant les idées spéciales de chaque Ingénieur.

Pl. 3.

C'est dans l'étude approfondie des profils en long que l'on doit chercher la solution la plus économique du problème des terrassements :

Il y a, en effet, comme nous le disions plus haut, deux modes bien distincts dans l'exécution des travaux de terrassement.

Ou bien l'on compense à peu près les remblais à faire par des déblais correspondants, et ceci peut se dire tout aussi bien pour les profils en travers que pour les profils en long.

Il doit même être admis en principe qu'en plaine, à niveau, en profil normal en un mot, le ballast doit être tiré, autant que possible, des fossés, s'il y en a; ou que, si la terre même n'est pas d'une bonne nature pour le ballast — c'est-à-dire pour le recouvrement des traverses ou des longrines, sans crainte de poussière, ni d'entraînement par les eaux, — on doit cependant toujours composer le fond de la chaussée elle-même avec la terre extraite des fossés d'assainissement, comme on le fait pour les routes.

Sans cela, si la voie n'avait pas un certain surhaussement par rapport au niveau général de la plaine, la pluie et les eaux stagnantes à la surface du sol auraient bientôt rouillé les fers des rails et pourri, plus ou moins rapidement, les bois des traverses, suivant leur mode de préparation.

Quoi qu'il en soit, pour compenser les cubes des déblais et des remblais, lorsque l'on trace la ligne rouge d'un projet sur le profil en long du sol naturel, il faut d'abord procéder par voie d'équivalence des surfaces comprises entre les *ordonnées* successives et les lignes noire et rouge, du terrain et du tracé.

Pour cela, on commence par pointer les milieux des obliques successives, formant le profil en ligne noire, et on les joint par une série de lignes au crayon, qui laissent alternativement au-dessus et au-dessous d'elles une série de triangles à peu près équivalents.

Après ce premier tâtonnement on rectifie et on simplifie le profil rouge, en remplaçant les parties polygonales peu accidentées par une ligne continue en pente ou en rampe moyenne ne dépassant pas la limite qu'on s'est imposée, et on raccorde les angles par de légères courbes paraboliques, car nous admettons que les profils en long doivent avoir des courbes en élévation, comme les tracés en plan eux-mêmes ont leurs courbes de raccordement.

Toutefois, en pratique, comme en fin de compte l'inclinaison successive des pentes et rampes change peu à peu, et par degrés insensibles, c'est plutôt à la pose de la voie qu'on raccorde les éléments horizontaux avec les éléments obliques de la voie.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que la voie elle-même ne peut être qu'une succession de lignes droites de 6 mètres environ de longueur (longueur de fabrication des rails), et que le jeu du trafic lui-même, par le choc de pression qui se produit au pied des montées et à la reprise des paliers à la descente, fait insensiblement tasser et infléchir la voie aux points de raccordement du profil en long, sans qu'il soit grand besoin de s'en préoccuper d'avance.

§ 2. — CALCUL DES TERRASSEMENTS.

L'estimation des avant-projets des grands travaux de terrassement exige toujours des calculs très-longs et un temps considérable, et cependant il est impossible de s'en dispenser pour établir exactement le chiffre de la dépense afférente à cette partie du projet.

Tables existantes. — L'Administration des Ponts et Chaussées en premier lieu, et les Compagnies de chemins de fer ensuite, ont, il est vrai, calculé des *tables de surfaces* pour des *profils donnés* (ceux généralement adoptés par le corps des Ponts et Chaussées) ; mais les limites des plates-formes y sont tellement établies que ces tables ne peuvent servir que dans le cas où on les adopte exclusivement dans un avant-projet. Le temps exigé par la formation d'une table appropriée aux conditions d'un projet déterminé entraîne à employer le plus souvent des tables construites pour des plates-formes ou des talus autres

que ceux adoptés, en affectant les surfaces d'un coefficient entier ou fractionnaire. Ce mode inexact d'opérer conduit donc généralement les Ingénieurs à présenter des estimations outrepassant ou restreignant nullement la dépense réelle.

D'un autre côté, l'application de quelques-uns des moyens employés pour calculer les surfaces crée une difficulté pour les entrepreneurs et les hommes peu habitués aux calculs algébriques, lorsqu'ils doivent établir des tables d'un usage facile et rapide.

On a donc cherché à traduire *en courbes*, pour arriver à un mode de représentation plus facilement intelligible, les principales formules qui donnent le cube d'un remblai ou d'un déblai, sur un profil en travers donné, en prenant pour variable la hauteur de l'arc (cote rouge) au-dessus du sol (cote noire), ou sa profondeur en cas de déblai.

TABLES DE M. MATHIEU.

M. Mathieu, ingénieur, Secrétaire général du chemin de fer de Poti à Tiflis (en Russie méridionale), a calculé et composé dans ce but des tableaux de courbes très-ingénieusement disposés, et dont nous avons publié la série détaillée dans les *Annales de la Construction* de 1865 (page 162 et suivantes, pl. 47-48) et de 1866 (pl. 19-20 et 25).

Nous ne reproduirons pas ici le détail de cet important travail, qui ferait plutôt partie d'un traité général des terrassements que d'un ouvrage spécial sur les chemins de fer économiques.

Mais nous devons en faire mention, car c'est la solution la plus commode et la plus rapide qui ait encore été donnée pour le calcul des terrassements de tous genres, aussi bien pour les chemins de fer que pour les routes, canaux, distributions d'eau et de gaz, etc.

§ 3. — DES DIVERS MODES D'EXÉCUTION DES TERRASSEMENTS.

Tout le monde connaît les procédés ordinaires du transport à la brouette et du transport au tombereau : nous nous bornerons à en rappeler les formules, car le minimum des transports doit aussi entrer en ligne de compte dans le calcul des terrassements économiques, et, pour cela, la dépense totale dépend de l'application des éléments ci-après :

TRANSPORTS À LA BROUETTE.

On appliquera la formule

$$x = \frac{2\,p\,D}{1{,}000}$$

Dans laquelle :

x = le prix du mètre cube transporté;

p = prix de la journée de manœuvre terrassier;

D = distance (limite 98 mètres).

Lorsque l'on a, par exemple, D = 30 mètres et p = 2 fr. la formule donne $x = 0^{f},12$.

TRANSPORTS AU TOMBEREAU.

La formule est

$$x = \frac{P\,(2D + d)}{L\,C}$$

Dans laquelle :

x = le prix du mètre cube;

P = prix de la journée de voiture (à un ou deux chevaux, avec son conducteur);

D = distance;

d = distance représentative des temps perdus au chargement et au déchargement;

L = parcours journalier de la voiture, supposé continu;

C = cube du chargement.

On admet généralement que la location d'un cheval, par jour (cela dépend beaucoup des pays), vaut de 3 fr. 50 à 4 francs.

La location d'un petit tombereau coûte de 0 fr. 75 à 1 fr. 50.

Mais ces prix ont sensiblement augmenté dans ces derniers temps, car on a maintenant la tendance d'employer des tombereaux d'un cube de plus en plus fort (1^m,00 ou 1^m,30 au lieu de 0^m,60 ou 0^m,80 comme il y a quinze ou vingt ans), et alors on est conduit aussi à y atteler des chevaux beaucoup plus forts, ou en plus grand nombre, si le terrain est inégal, ou si les abords du chantier sont difficiles.

TERRASSEMENTS AU WAGON.

On a bientôt reconnu que, pour l'exécution rapide et économique des grands terrassements des chemins de fer (aussitôt que les cubes dépassaient une certaine limite, de 100,000 ou 150,000 mètres cubes par kilomètre), la meilleure combinaison était de *faire servir le chemin de fer lui-même, par tronçons successifs, à son propre établissement*, et alors, en y posant des voies de service, on a pu employer des wagons au lieu de tombereaux, la traction à vapeur au lieu des moteurs animés; aussitôt le prix des transports de terrassements a diminué considérablement par mètre cube.

Des diverses combinaisons appliquées, soit à l'attaque des massifs de terre, soit à leur mode de chargement et de déchargement, soit à la construction des wagons spéciaux servant à ce genre de travaux, il est né toute une science nouvelle, un art, si l'on veut, dont l'étude détaillée comporterait plusieurs volumes et d'innombrables dessins.

Il ne peut pas entrer dans notre pensée de reproduire, dans un traité général, comme celui-ci, tous les documents qui ont trait à cet ordre de travaux :

Dans son *Nouveau Portefeuille de l'Ingénieur des chemins de fer*, Perdonnet a donné l'analyse la plus complète qui existe encore des principales applications relatives aux terrassements des chemins de fer.

Mais, comme nous l'avons déjà dit, ces travaux concernent surtout les grandes lignes, où l'obligation d'une *faible pente* et l'adoption de *courbes à grands rayons* conduit forcément à des terrassements très-considérables.

TYPES DE WAGONS A TERRASSEMENT.

Pl. 21.

La planche 21 représente les principaux types de wagons à terrassements :

1° Figures 1, 2, 3, 4, *wagon à bascule sur le côté*, du chemin de fer de Lagny à Neufmoutiers (Seine-et-Marne) : voie de 1 mètre;

2° Figures 5 et 6, *wagon à caisse automatique* (système Suc et Chauvin) versant des quatre côtés indifféremment: voie de 1^m,50;

3° Figures 7 et 8, *wagon à bascule pour tunnels :* voie de 0^m,50;

4° Figures 9 et 10, *wagon à bascule, versant sur l'avant ou sur l'arrière*, employé dès l'origine par l'entreprise Parent et Schaken sur le réseau de l'Ouest;

5° *Wagon à bascule, à double caisse*, versant des deux côtés à la fois; ce dernier type est très-commode pour exécuter les remblais des lignes à une seule voie :

Pendant que le premier wagon d'avant verse la terre dans le sens de l'axe (type précédent), les wagons suivants élargissent et consolident le remblai en versant sur les talus latéraux, la locomotive poussant à l'arrière du train.

CARACTÈRES SPÉCIAUX DU TRANSPORT PAR WAGONS.

Voici maintenant quelques observations relatives à l'exécution des terrassements par ce mode spécial :

La substitution, pour les terrassements, de wagons roulant sur une voie de service aux tombereaux roulant sur le sol, oblige à modifier la disposition des ateliers de chargement et de déchargement : c'est dans les changements nécessités par cette disposition que se présentent les principales difficultés du travail au wagon.

Les tombereaux marchant isolément et sur le sol naturel peuvent se charger en un

point quelconque de la tranchée et se diriger, par une infinité de routes différentes, vers les points de déchargement : ils peuvent également se vider en un point quelconque du remblai. Les wagons, au contraire, qui marchent toujours par convois, et sur des voies en fer, sont nécessairement chargés et déchargés à l'une des extrémités de ces voies ou sur le côté, l'atelier de chargement ou l'emplacement du remblai à exécuter ne devant pas être éloigné de la voie, et ils ne suivent que la route tracée par les rails.

Le tombereau, chargé dans la tranchée, est immédiatement remplacé par un tombereau vide, presque sans perte de temps; la manœuvre, au contraire, pour remplacer un convoi chargé ou même un wagon isolé, exige toujours plusieurs minutes.

Ces seules considérations suffisent pour montrer combien le plan des grands chantiers de terrassement au wagon doit différer de celui des chantiers de terrassement au tombereau ; nous allons jeter un coup d'œil rapide sur l'organisation adoptée ordinairement pour ce genre de travaux.

CREUSEMENT DES TRANCHÉES.

Les tranchées ouvertes au tombereau sont attaquées en un grand nombre de points simultanément, au moyen d'excavations qui en occupent toute la largeur, et d'où les tombereaux extraient les terres par des rampes douces. Lorsqu'on veut employer les wagons, on commence presque toujours par faire, suivant l'axe ou le long des talus de la tranchée projetée, une petite tranchée auxiliaire nommée goulet (gullet) ou cunette, assez large pour donner passage à un wagon, et dont la profondeur varie avec les ondulations du sol. Il peut se présenter deux cas : ou la hauteur maxima de la tranchée définitive est peu considérable, 5 ou 6 mètres, par exemple ; ou bien elle est beaucoup plus grande. Dans le premier cas, on donne à la cunette toute la profondeur de cette tranchée, en sorte que le fond de la cunette est aussi celui de la tranchée.

Les parois, dans les terrains qui ne sont pas coulants, peuvent être verticales ou à peu près. Le fond doit avoir une pente descendante d'environ 3 millimètres vers son extrémité ouverte, pente qu'il faut toujours se donner, lors même que ce ne serait pas exactement celle de la tranchée définitive.

Les terres provenant du percement de la cunette sont extraites à la brouette ou au tombereau, ou bien elles sont relevées à la pelle, sur les bords, le long desquels on les dépose en cavaliers.

La cunette étant ouverte sur une certaine longueur, on pose sur le fond une voie en fer que l'on prolonge jusqu'au point de déchargement sur le remblai. Cette voie, dans la cunette, a naturellement la pente du fond, c'est-à-dire 3 millimètres, par exemple. Quant à la pente sur le remblai, elle dépend de la hauteur de ce remblai. Si cette hauteur n'est pas très-grande, on pose la voie sur la crête même du remblai, en lui conservant la pente de 3 millimètres.

Des wagons roulant sur ce chemin de fer provisoire emmènent à l'extrémité du remblai, pour le prolonger, les terres composant les cavaliers, ainsi qu'une partie de celles que l'on abat en prolongeant la cunette, et qui peuvent se charger dans les wagons voisins de l'extrémité fermée.

DIFFÉRENTS MODES DE DÉCHARGEMENT.

Le déchargement s'opère de deux manières différentes. Chaque wagon, après s'être vidé à l'extrémité du remblai, passe dans une gare d'évitement pour faire place au wagon suivant, ou bien on le pousse en avant sur une estacade en charpente que l'on appelle pont de décharge.

DÉCHARGEMENT A L'ANGLAISE.

Dans le premier cas, le déchargement s'opère à l'anglaise de la manière suivante : A l'extrémité du remblai, les rails sont inclinés, et on y empile un certain nombre de traverses qui barrent le chemin. Quand un train arrive au remblai, il est reçu dans une voie

de garage; on attelle alors un cheval à un des wagons au moyen d'une prolonge terminée par un crochet, et combinée de manière qu'il se détache du wagon quand on tire la corde; on fait partir le cheval au trot, et, arrivé près de l'extrémité du talus, on détache la prolonge en tirant la corde, le cheval se jette de côté hors de la voie, on lève en même temps le crochet qui fixe la caisse au train, et le wagon, brusquement arrêté par les traverses empilées, se jette en avant en vertu de la vitesse acquise; la caisse bascule et prend une inclinaison égale à celle que comporte la construction du véhicule, augmentée de l'inclinaison de la voie; les terres glissent, dévalent, et le déchargement se fait tout seul.

Quelquefois, afin d'augmenter l'inclinaison de la caisse au versement, on dispose à l'extrémité de la voie un gradin.

Le déchargement se fait ainsi successivement pour chaque wagon.

En supposant en moyenne une distance de 150 mètres entre le garage et le déchargement, et admettant qu'un cheval au trot parcoure une distance de 5,000 mètres par heure, le temps employé à l'aller et au retour sera de quatre minutes environ, et le déchargement proprement dit, consistant à relever le wagon et à redresser la caisse, étant d'environ une minute, le déchargement, y compris le transport d'un wagon, se fera en cinq minutes.

On est arrivé à décharger par cette méthode et avec une seule voie cent cinquante wagons par jour, mais c'est une exception. Avec un bon matériel et de l'ordre dans le chantier, on peut faire cent vingt wagons. En général on ne doit compter que sur cent wagons par jour.

Quand les voies de déchargement sont multipliées, elles se gênent un peu réciproquement. Avec deux voies on peut compter sur cent quatre-vingts wagons; avec trois voies, sur deux cent quarante wagons par jour.

SUITE DU CREUSEMENT.

Une partie des massifs étant enlevée et portée en remblai, on attaque à droite ou à gauche de la cunette une nouvelle tranchée dont les terres sont versées dans les wagons, et on pose une seconde voie provisoire. Ces deux voies étant réunies par des voies obliques dans les deux directions, le déchargement peut se faire en même temps aux deux extrémités, et l'une ou l'autre peut servir à garer les wagons vides. Deux convois sont placés en même temps devant les fronts de chargement. On les envoie successivement à la décharge, et les ouvriers chargeurs, afin de ne pas rester désœuvrés au moment du départ de l'un des convois, passent sur des planches d'un côté à l'autre du goulet pour charger l'autre convoi.

Quand la tranche est enlevée sur une certaine longueur, on abat les massifs trapézoïdaux de manière à compléter le percement de la tranchée sur toute sa largeur, et les terres provenant de ces massifs sont chargées dans les wagons circulant sur les deux voies provisoires posées dès l'origine, au moyen de brouettes, ou dans des wagons roulant sur de nouvelles voies auxiliaires posées latéralement. On trouve ordinairement plus économique d'employer les brouettes.

Un certain nombre de wagons versent leur contenu par bout, et servent à former le noyau du remblai; les autres versent de côté et sont employés à élargir ce noyau.

La *reprise des cavaliers* étant toujours une opération coûteuse, et le *dépôt des terres en dehors* de la crête des talus donnant lieu aussi, dans certains cas, à des dépenses considérables, on a recours au retroussement des terres, pour la totalité ou pour une partie de la cunette, en l'attaquant seulement à l'extrémité. On établit alors des gradins à cette extrémité, et les terres sont chargées directement dans les wagons ou dans des wagonnets, soit par bout, soit sur le côté. Quelquefois aussi on retrousse une partie seulement des terres de la cunette, et on charge l'autre partie directement dans les wagons ou dans les wagonnets.

Les parois des cunettes dans le roc vif et dans certains terrains résistants se maintiennent pendant plusieurs mois sous un angle droit ou au moins sous un angle qui se rap-

proche beaucoup de l'angle droit. Dans d'autres terrains, elles tendent à prendre une inclinaison plus prononcée; mais cette inclinaison, sous laquelle les terres ne doivent se soutenir que pendant un espace de temps assez limité, est toujours inférieure à celle que l'on donne au talus de la tranchée et qu'ils doivent conserver indéfiniment.

Dans les tranchées glaiseuses, il ne faut pas attendre que la cunette ait été ouverte sur une grande longueur pour abattre les massifs latéraux et découvrir les talus définitifs, qui doivent toujours, dans ce cas, être asséchés. L'assainissement des talus doit suivre de près le percement de la cunette.

Quelquefois même, au chemin de fer de Mulhouse, en pareille circonstance (tranchées de la Chaume, du Chiffard et de Montesson), M. l'Ingénieur Masson a supprimé la cunette, et procédé par voie de *décapage*, c'est-à-dire en découpant le déblai par *tranches variables*, à partir du sol naturel, de façon à atteindre successivement les divers bancs argileux, et dressant le talus suivant l'approfondissement du déblai.

Les assainissements se font aussi graduellement et l'on arrive à fond de tranchée avec des drainages complets et des talus à peu près définitifs.

Si la tranchée est très-profonde et que le remblai ait une grande hauteur, on ne donne à la cunette qu'une partie de la hauteur de la tranchée. On descend les terres de la hauteur du goulet jusqu'à la crête du remblai sur une voie inclinée reposant sur un ressaut le long de l'un des talus. Comme le remblai a souvent une grande hauteur, on le monte en deux assises. Une partie des terres servant à composer l'assise supérieure est portée à l'extrémité de cette assise par une voie établie à la crête, et une autre partie servant à composer l'assise inférieure par une voie inclinée descendant le long du talus de l'assise supérieure.

La cunette étant parvenue à une certaine distance de son extrémité ouverte, et une partie des massifs latéraux étant enlevée de manière que la tranchée inférieure soit découverte dans toute sa largeur et sur une certaine longueur, on ouvre dans la tranche inférieure une seconde cunette en arrière de la première jusqu'au fond de la tranchée. Cette seconde cunette sert à exploiter la tranche inférieure, comme la cunette supérieure à exploiter la tranche supérieure.

On laisse subsister le massif qui soutient la voie inclinée servant à descendre les terres de la tranche supérieure jusqu'à ce que cette tranche soit entièrement exploitée.

Le nombre des points de déchargement est de deux à l'extrémité de l'assise supérieure, et de quatre à l'extrémité de l'assise inférieure.

Le cube des terres versées aux extrémités de chacune des assises doit être tel que ces deux assises s'accroissent en même temps de longueurs égales.

Tels sont, en somme, les procédés le plus généralement employés pour établir les grands travaux de terrassement que comportent les chemins de fer.

CHAPITRE II

MÉTHODES DE PRÉSERVATION, D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE DES TERRASSEMENTS

Pl. 25.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

L'exécution *rapide et économique* des terrassements, suivant les meilleurs profils, et en tâchant d'arriver à réaliser un *minimum de transports*, n'est, toutefois, qu'une partie de la question.

Il s'agit aussi de les établir de telle sorte que le temps et les eaux de pluie n'amènent pas leur désagrégation, leur glissement ou leur éboulement, et de cette seconde partie du problème découle encore toute une série de précautions et de systèmes appliqués dans un grand nombre de cas très-intéressants :

§ 1. — PRÉSERVATION EXTÉRIEURE DES REMBLAIS.

Gazonnements. — Plantations. — Perrés. — Rigoles d'écoulement des eaux pluviales.

Divers moyens sont employés pour préserver les talus en terre contre le ravinement dû aux eaux de pluie, l'enlèvement du sable par les vents, la dégradation par suite du passage des hommes ou des animaux :

A. — GAZONNEMENTS PAR SEMIS.

Le premier et le plus généralement usité est, comme on sait, le gazonnement.

Voici comment on procède dans ce cas :

Si le terrain est bon, c'est-à-dire si la surface du talus est en terre suffisamment végétale, le plus économique est de semer de la luzerne et de l'herbe mélangés : la luzerne prenant très-vite racine et poussant assez bien, même dans de mauvais terrains, permet aux graminées de mieux résister et de la remplacer plus tard.

Quand on voit que certaines parties restent dénudées ou que les touffes de luzerne sont plus clair-semées, on y remet de la graine et on les arrose au besoin; c'est une culture comme une autre : l'eau et les engrais économiques donnent toujours de bons résultats. Il faut aussi, évidemment, semer en temps utile : au printemps ou dans l'arrière-saison. En été la luzerne vient tout de même, tant bien que mal, mais le soleil en brûle généralement le tiers ou le quart.

B. — GAZONNEMENTS APPLIQUÉS.

Un moyen plus efficace et plus rapide, mais beaucoup plus coûteux, consiste à découper au louchet, dans les prés voisins, autant de carrés de terre munis de leur herbe qu'il en faut pour couvrir les surfaces à revêtir.

Une bonne précaution, en ce cas, pour éviter le glissement en masse des appliques, par exemple après un orage ou par suite du ravinement souterrain des surfaces primitives, consiste à piqueter les plans inclinés au moyen de grossiers poinçons de bois, placés en quinconce, c'est-à-dire par files triangulaires équilatérales. Un espacement de $0^m,50$ en $0^m,50$ suffit pour garantir les surfaces.

C. — GAZONNEMENTS PLANTÉS.

Enfin, on pratique aussi, notamment dans le revêtement des fortifications par le génie militaire, un système encore plus détaillé, qui consiste à planter des séries de touffes

d'herbe, arrachées dans le voisinage, avec leurs racines (il faut profiter pour cela d'un temps pluvieux), et de les planter en les alternant, par files, avec des rangs de terre végétale de $0^m,10$ à $0^m,12$ de hauteur, qu'on pilonne parallèlement à la pente du talus.

Ce dernier procédé est surtout efficace quand le talus est d'une matière calcaire ou jurassique, entièrement dépourvu de terre végétale, et que l'on est obligé, d'une manière ou de l'autre, de lui fournir un sol arable pour que les gazonnements puissent subsister.

D. — PLANTATIONS D'ARBUSTES :

Acacias, Robinias, Vernis du Japon, Pins, Aulnes, Saules, etc.

Enfin, dans les tranchées surtout, où la pente des talus est généralement plus raide que dans les remblais (et où d'ailleurs les accidents dus aux éboulements sont toujours plus graves, parce que les matériaux retombent nécessairement sur la voie), on préserve efficacement les terrassements en y plantant des arbustes, dont les espèces doivent varier naturellement suivant les terrains.

Le plus usité est le *Robinia* (*Pseudo-Acacia*), qui pousse à peu près dans toutes les terres, même les plus ingrates : il pousse vite, et ses racines, entre-croisées, ont bientôt consolidé la terre.

Voici d'ailleurs un tableau qui peut guider dans le choix des essences préférables :

	SOLS ARGILEUX : compactes ou glaiseux.	SOLS DE CONSISTANCE MOYENNE : argilo-calcaire, argilo-sablonneux.	SOLS LÉGERS HUMIDES : sablo-calcairo-argileux, sablo-argileux, sableux-graveleux.	SOLS LÉGERS : sablo-calcairo-argileux, sablo-argileux.	SOLS LÉGERS SECS : sableux, graveleux.	SOLS LÉGERS SECS : calcairo-argileux ou calcaires.	SOLS TOURBEUX, HUMIDES.
Climat du Nord.	Chêne rouvre. — pédonculé. * Erable à sucre. Hêtre. Noyer. Orme champêtre. — tortillard. — pedonculé.	Charme. Chêne rouvre. — pédoncu é. Erable à sucre. * — sycomore. * Platane. Frêne. Hêtre. Marronnier d'Inde. Noyer noir. Orme champêtre. — tortillard. — pédonculé. Peuplier blanc. * — argenté. * — d'Italie. * — du Canada * — de Virginie. * Platane. Robinia. *Tilleul de Hollande. * — argenté. * Vernis du Japon.	Aulne. Charme. * Erable à sucre. * — sycomore. Platane. Frêne. Marronnier d'Inde. Noyer noir. Orme champêtre. — tortillard. — pédonculé. Peuplier blanc. — argenté. — d'Italie. — du Canada. — de Virginie. Robinia. Tilleul de Hollande. — argenté. Vernis du Japon.	* Erable sycomore. Platane. Marronnier d'Inde. Orme champêtre. — tortillard. — pedonculé. Peuplier blanc. — argenté. — d'Italie. — du Canada. — de Virginie. Tilleul de Hollande. — argente Vernis du Japon. Robinia.	Peuplier argenté. — d Italie. Robinia. Vernis du Japon. Accacia.	*Erable sycomore. Platane. Vernis du Japon.	Aulne. Frêne. Peuplier blanc. — argenté. — d'Italie. — du Canada.
Climat de la vigne.	Les mêmes espèces.	Les mêmes espèces, *moins* : erable à sucre, hêtre ; *plus* : érable rouge, micocoulier, mûrier blanc, noyer commun.	Les mêmes espèces, *moins* : érable à sucre ; *plus* : châtaignier, micocoulier, mûrier blanc, noyer commun.	Les mêmes espèces, *plus* : micocoulier, mûrier blanc, noyer commun.	Les mêmes espèces, *plus* : micocoulier.	Les mêmes espèces, *plus* : micocoulier, noyer commun.	Les mêmes espèces.

Les variétés correspondantes d'arbustes en résultent par section des plants principaux, de manière à n'avoir que des pousses qui n'entravent pas la circulation de l'air.

Il résulte en effet un certain obstacle à la marche des trains, du fait que l'air, placé à l'avant du train, doit nécessairement être déplacé pour livrer passage au convoi, et alors, la difficulté de son écoulement de l'avant à l'arrière des convois dans les tranchées, cause une perte de force assez sensible pour la machine.

E. — PERRÉS.

Les perrés sont un moyen coûteux, mais le plus efficace de tous, évidemment, pour préserver les remblais et les tranchées :

On doit, toutefois, faire bien attention de ne pas placer les plus grosses pierres directement sur la terre meuble, car, au contact de leurs voisines, il se formerait des vides, et

dans ces vides, par l'effet des eaux pluviales, des tourbillonnements d'eau enlevant le sable ou la terre, — et par suite, des creux, des tassements et des éboulements partiels.

Les meilleurs perrés sont ceux en meulière, avec agencement polygonal.

La plupart du temps, notamment dans les cônes de raccordement des ponts, on emploie des moellons ordinaires assemblés à sec, ou, au besoin, maçonnés dans les joints avec du mortier courant ou du mortier hydraulique, suivant le niveau possible des eaux.

Enfin, disons encore qu'au point de vue de l'économie, les perrés sont le plus souvent appliqués seulement au pied des grands talus, sur 1, 2 ou 3 mètres de hauteur. (Si la plaine peut être inondée, il faut se guider d'après le niveau des hautes eaux).

De cette manière les surfaces perreyées occupent un minimum, et, par leur résistance, elles empêchent l'éboulement des parties supérieures ; même observation d'ailleurs que plus haut, au sujet de leur raccordement graduel, au moyen de petits matériaux, avec la masse mobile située au-dessous.

F. — RIGOLES D'ÉCOULEMENT SPÉCIALES DANS LES ANGLES *et suivant les lignes de plus grande pente.*

Terminons ce paragraphe en indiquant encore un très-utile moyen d'éviter le ravinement des talus, même *même pendant leur exécution*, et que nous avons toujours appliqué avec succès pour les préserver jusqu'à ce que les gazonnements et plantations aient pu produire leur effet :

On garnit les crêtes des talus de petites levées de terre de $0^m,20$ à $0^m,30$ seulement, afin d'empêcher l'eau qui tombe sur le haut de la levée de s'écouler au hasard, le long des talus, et on espace des points d'écoulement de 10 en 10 mètres ou de 15 en 15 mètres, suivant la pente du profil en long.

Cela fait, on canalise l'écoulement au moyen de deux planches ou demi-planches du bois le plus ordinaire (peuplier, ou autre du pays, le moins coûteux), que l'on pose l'une contre l'autre, à 45°, en formant une rigole de direction, soit dans les angles, soit dans le creux des courbes, soit de distance en distance, suivant la ligne de plus grande pente du plan incliné.

De cette manière les eaux sont bien forcées de suivre les lignes d'écoulement qu'on leur trace, et d'ailleurs les planches employées pour cela peuvent être réemployées, soit comme chemins de brouettes, soit comme bois de clôtures, etc.

Maintenant, si, au lieu de planches provisoires, on établit des rigoles en deux rangs de pavage ou de moellons, le système sera durable au lieu d'être temporaire; il n'en sera que plus efficace, car les gazonnements eux-mêmes seront protégés indéfiniment, — mais il sera aussi plus coûteux : c'est une question d'appréciation dans chaque cas particulier.

§ 2. — ASSAINISSEMENT DES TRANCHÉES ET REMBLAIS.

Voici maintenant une des questions les plus importantes et les plus intéressantes à étudier de la question des terrassements :

C'est celle des méthodes préventives employées dans les chemins de fer et les travaux publics de tous genres, pour combattre l'action des *eaux souterraines*, des *sources*, des *suintements*, des *glissements*, des *effondrements* et autres causes de destruction qui peuvent menacer les grands ouvrages en terre-plein ou en excavation.

Il est inutile de détailler à nos lecteurs la « théorie des sources, » c'est-à-dire le fait, bien connu, par suite duquel l'imperméabilité relative de certaines couches géologiques produit l'accumulation invisible des eaux souterraines, et entraîne, par suite, des écoulements d'eau permanents, et par suite le déplacement, le glissement ou l'effondrement de masses que l'on avait d'abord cru absolument stables.

Plusieurs cas particuliers, devenus historiques dans la science de l'ingénieur, comme l'éboulement du remblai du Val-Fleury (Versailles, rive gauche), les accidents de la

tranchée de Beaulieu, etc., etc., ont fait attacher l'importance légitime qu'elle comporte à l'étude des meilleurs moyens de préserver les terrassements de l'action des eaux apparentes ou invisibles.

ASSAINISSEMENT DES TRANCHÉES.

On a cherché à prévenir les glissements : 1° en desséchant ou drainant directement les couches glaiseuses; 2° en donnant une très-faible inclinaison aux talus d'amont, et 3° en soutenant le pied de ces talus par des perrés ou des murs de soutènement.

PIERRÉES EN AMONT.

La pierrée, ou canal rempli de pierres concassées, retient toutes les eaux venant d'amont qui pourraient attaquer les talus : ces eaux s'écoulent par les extrémités de la pierrée. C'est un drainage préventif, toujours utile à employer dans les cas ordinaires.

MURS EN PIERRES SÈCHES.

Les murs en pierres sèches soutiennent les talus, tout en laissant filtrer les eaux qui descendent vers le fossé. Ils s'appuient sur la banquette, et, de distance en distance, le pied du talus est consolidé par de petites voûtes.

Le mur en pierres sèches, renforcé par des contre-forts également en pierres sèches, soutient le mur du talus et laisse filtrer les eaux. Toute la partie du talus qui se compose de glaise a une inclinaison très-faible de trois de base sur un de hauteur; il est, en outre, protégé par une couche de bonne terre gazonnée avec soin.

Ces différents moyens sont extrêmement coûteux, et leur emploi ne préserve pas toujours des éboulements, qui se manifestent souvent plusieurs années après l'ouverture du chemin.

MÉTHODE DE SAZILLY.

En examinant attentivement les éboulements et en remarquant que souvent ils avaient lieu sur le talus d'aval de la tranchée, M. de Sazilly, ingénieur des Ponts et Chaussées, fut conduit à les attribuer, dans le plus grand nombre de cas, à d'autres causes qu'à de simples glissements; en conséquence, il proposa et appliqua sur les chemins du Centre et de Strasbourg une nouvelle méthode de consolidation des talus. Nous allons indiquer en quelques mots les procédés que cet ingénieur a décrits avec beaucoup de détails dans un mémoire inséré dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, année 1851.

Les couches de glaise mises à nu par l'ouverture de la tranchée sont soumises aux influences atmosphériques; elles changent incessamment de volume en se gonflant et se contractant, suivant que l'atmosphère est humide ou sèche. Il en résulte, dans la masse, des gerçures plus ou moins profondes, qui donnent accès aux eaux de pluie et d'infiltration; la couche glaiseuse se pénètre complétement et finit par se ramollir au point de perdre toute sa cohésion.

Cette altération du terrain est encore favorisée par les gelées, qui, en bouchant les issues des eaux d'infiltration, forcent ces eaux à pénétrer les glaises suivant leurs fissures et plans de clivage. La forme qu'affectent les éboulements confirme en tous points les hypothèses de M. de Sazilly. En effet, ce ne sont pas seulement les terrains supérieurs à la glaise qui se déplacent, mais aussi la glaise elle-même, ce qui n'aurait pas lieu s'il y avait un simple glissement. Partant des bases que nous venons d'indiquer, M. de Sazilly a recouvert les talus glaiseux des tranchées d'une chemise assez épaisse pour les soustraire aux influences atmosphériques; il a également détourné les nappes souterraines en leur assurant, vers les fossés, un écoulement prompt et constamment libre, quelle que soit la température extérieure.

A cet effet, soit une nappe d'eau (banc de suintement) qui se fait jour dans le talus, on ouvre dans ce talus et dans le sens longitudinal de la tranchée une petite rigole qui pénètre jusque dans la masse glaiseuse. On donne au fond de cette rigole une pente d'environ $0^m,01$ par mètre, en suivant, autant que possible, les inflexions du banc de

suintement, et l'on y établit un radier en briques et mortier hydraulique, puis on la remplit de cailloux bien lavés, et on la recouvre avec des gazons ou avec des pierres plates.

A chaque point bas de la rigole longitudinale on donne écoulement aux eaux qui s'y accumulent au moyen d'une rigole transversale qui aboutit dans une cuvette rampante en maçonnerie établie sur le talus, ou au moyen d'une pierrée établie sur la pente même du talus et débouchant dans le fossé. S'il existe plusieurs *bancs de suintement*, on établit une pierrée pour chacun d'eux.

Le fossé et le pied du talus sont revêtus en moellons; au-dessus, ce talus est taillé par redans et recouvert d'une couche de terre bien damée et protégée par un semis. Le fond des redans doit être réglé avec pentes longitudinales, et leurs points bas, qui ordinairement correspondent à ceux des pierrées, sont mis en communication avec le fossé.

Au chemin de Mulhouse, M. Masson, ingénieur, a remplacé, dans la *tranchée de Beaulieu et de Chiffard* (près de Rosoy et Faye-Billot), les briques formant le radier des rigoles ou caniveaux de M. de Sazilly par des tuiles creuses, quelquefois par des tuyaux de drainage. Les tuiles creuses, suivant M. Masson, diminuent le nombre des joints ainsi que la consommation de mortier, et sont plus faciles à placer.

MÉTHODE DU DRAINAGE PROPREMENT DIT, PAR COLLECTEURS.

Au chemin de Blesmes à Gray, dans un terrain marneux où l'eau se manifestait à peu près sur tous les points, M. Ledru, ingénieur principal, a desséché les talus et la chaussée à l'aide d'un ensemble de tubes de drainage.

Les tuyaux sont logés dans des tranchées, de 1 mètre à $1^m,20$ de profondeur environ, pratiquées sur les talus et espacées de 3 mètres à 6 mètres, suivant la nature du terrain.

Les tuyaux que M. Ledru appelle *collecteurs de talus* se dégorgent dans d'autres plus gros, dits collecteurs latéraux, placés sous des petites banquettes dont la surface est au niveau du rail, et qui communiquent avec un collecteur central au moyen de drains transversaux espacés de 10 à 20 mètres.

Les drains de talus sont généralement posés sur ce talus en écharpe. Ce n'est que dans de très-mauvais terrains et dans ceux qui avaient subi des commencements de glissement qu'ils ont été placés, suivant les lignes de la plus grande pente.

Le terrain mouillé ne descendant pas jusqu'au pied du talus, les drains de talus n'ont été posés que sur la partie mouillée et se sont dégagés, soit à l'air libre, soit dans des drains longitudinaux établis sur le talus à $0^m,30$ au moins au-dessous du plan de séparation de deux terrains perméable et imperméable. Les drains longitudinaux versent leurs eaux dans les fossés de la chaussée.

Le terrain perméable, enfin, se trouvant dans la partie inférieure du talus, tandis que la partie supérieure est composée de couches imperméables, on le dessèche à l'aide de collecteurs de talus se dégorgeant, comme dans le premier cas, dans des collecteurs latéraux, qui versent les eaux dans un collecteur central.

On donne toujours aux collecteurs une pente nécessaire à l'écoulement des eaux.

MÉTHODE DE DRAINAGE A POSTERIORI DE M. LALANNE.

Au même chemin de Blesmes à Gray, on a appliqué un nouveau système de drainage qui avait été indiqué par M. Lalanne, ingénieur en chef, directeur des travaux au chemin de fer de l'Ouest (Suisse).

Ce système de drainage consiste à percer le talus de trous faits avec une tarière, et à y enfoncer une file de drains de $0^m,03$ à $0^m,05$ enfilés sur une perche en bois, que l'on retire ensuite avec précaution, en laissant la file de drains dans le trou. Pour que ce chapelet de drains ne se disloque pas, les manchons qui garnissent les joints sont reliés entre eux par un fil de fer fixé aux drains et aux manchons extrêmes, et simplement enroulé sur les manchons intermédiaires.

CHAPITRE IV

MURS DE SOUTÈNEMENT

Pl. 26.

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Après l'exécution des terrassements proprement dits et leur préservation par les opérations et précautions variées dont nous avons parlé dans le précédent chapitre, vient un autre genre de travaux, non moins importants et d'une nécessité en quelque sorte plus directe; ce sont les murs de soutènement. Ils se présentent surtout au projet, lorsque l'on a de grands remblais à contenir, soit en pleine campagne, au bord d'un cours d'eau, — au passage d'une vallée, — ou bien, dans une ville, lorsque l'espace manque pour donner aux talus leur développement normal.

Vauban, et, après lui, de nombreux ingénieurs militaires, ont fait des études considérables sur ce qu'ils appelaient « la poussée des terres » et sur les divers moyens de la combattre par des ouvrages en maçonnerie ou autres. L'art des fortifications est, en effet, presque tout entier contenu, au point de vue technique, dans cet aménagement rationnel des murs et des terrassements.

Aujourd'hui tous les ingénieurs connaissent les éléments de la théorie dont il s'agit :

1° Le plan, ou *l'angle de glissement limite,* variable d'après la nature des terres, des sables, des graviers, ou de la roche. Cet angle est de 1 sur 3, de 1 sur 1 1/2, de 45° suivant le cas.

2° Le triangle, ou *prisme de poussée,* qui est le cube contenu entre la surface verticale (ou oblique, ou courbe) du mur et le plan incliné de glissement.

3° Le centre de poussée, c'est-à-dire le point ou plutôt la ligne suivant laquelle, théoriquement, s'exerce le maximum de poussée, c'est-à-dire où passe la composante oblique du poids total, parallèle au plan de glissement, à son intersection avec la surface du mur.

Nous ne reviendrons pas sur ces notions connues de tous nos lecteurs, et nous nous placerons seulement ici au point de vue économique.

Lorsque les murs de soutènement présentent un grand développement en hauteur ou en longueur, ils sont, en effet, d'une construction coûteuse, qui peut s'élever, dans certains cas, jusqu'à 1,000 fr. et au delà par mètre courant. Aussi a-t-on cherché à leur donner des formes qui, sans en diminuer la résistance, puissent en réduire notablement le cube.

C'est la nécessité d'obtenir la plus grande économie possible dans les constructions qui a conduit à cette multiplicité de formes que l'on remarque dans ces ouvrages.

Ainsi, après le mur plein à parements verticaux, on a construit des murs pleins avec retraites placées du côté des terres, ou avec un fruit extérieur d'autant plus grand que l'on voulait avoir plus d'économie.

Dans certains cas, on a consolidé les murs au moyen de contre-forts placés soit contre le parement intérieur, soit contre le parement extérieur, et même dans le cas de contre-forts intérieurs, on a donné quelquefois au mur un fruit extérieur, réalisant ainsi une double économie par l'emploi simultané des contre-forts et du fruit.

Mais les contre-forts placés sur le parement extérieur ne sont pas toujours possibles, et, d'un autre côté, les contre-forts placés à l'intérieur agissent beaucoup moins efficacement que les autres; la poussée des terres tendant toujours à les détacher du reste du mur, il faut, pour s'opposer à cette disjonction, opérer une liaison aussi intime que possible entre le mur et ses contre-forts.

Dans ces derniers temps, on a donné dans beaucoup de circonstances la disposition suivante aux murs de soutènement : on conserve les contre-forts à l'intérieur des terres,

mais on les a reliés entre eux par des arcs de décharge. Outre que ces voûtes, chargées de terre à leurs divers étages, relient bien le mur et les contre-forts, elles concourent encore avec ces derniers à éloigner de l'arête extérieure de la base le centre de gravité du mur, et l'on conçoit qu'en tenant compte du poids des terres, on puisse arriver à donner à ces murs une stabilité suffisante, tout en diminuant notablement le cube de la maçonnerie.

Enfin, dans quelques cas particuliers, notamment pour soutenir de grands remblais ou des digues, on a construit des murs courbes dont l'effet principal est d'éloigner le plus possible le centre de gravité du mur de l'arête extérieure de la base et d'augmenter ainsi, considérablement, son bras de levier, ce qui permet de réduire la section du mur, sans en diminuer la stabilité.

Nous nous proposons dans ce paragraphe d'examiner ces divers systèmes de murs, de les comparer entre eux, et d'établir des formules pratiques qui en donnent aisément toutes les dimensions principales. Mais il importe auparavant de rappeler quelques considérations générales sur les murs de soutènement et sur la poussée des terres, et de bien préciser les données qui nous serviront de point de départ.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Angle de glissement. — Les terres que l'on peut avoir à soutenir sont de diverses natures, en égard à leur densité et à leur angle de glissement, c'est-à-dire à l'angle que leur talus naturel fait avec la verticale. Sous ce double point de vue, on peut les ramener aux quatre catégories suivantes :

Sable fin et sec pesant...........	1,400 kil.	dont l'angle de glissement est de	60°
Terre sèche et pulvérisée pesant.	1,100 kil.	*id.*	54°
Terres humectées pesant.........	1,250 kil.	*id.*	46° 50′
Terres fortes et dures pesant.......	1,900 kil.	*id.*	35°

Données générales. — Afin de bien fixer les idées et d'établir des formules pratiques et applicables dans la majorité des cas, nous choisirons des données moyennes, qui sont d'ailleurs celles que l'on rencontre le plus souvent dans la pratique, et que les constructeurs adoptent le plus généralement. Ces données seront les suivantes :

$a = 46° 50'$, angle de glissement des terres, d'où $\overline{\text{tang}}^2 \frac{1}{2} a = 0{,}1875$;

$p = 1{,}600^k =$ poids du mètre cube des terres à soutenir;

$p' = 2{,}200^k =$ poids du mètre cube de maçonnerie.

Nous adopterons d'ailleurs les désignations ci-après :

$h =$ hauteur du mur supposée égale à la hauteur des terres à soutenir arasées à un plan horizontal supérieur;

$Q =$ poussée horizontale des terres à soutenir;

$\mu =$ moment de la poussée horizontale des terres;

$\mu' =$ moment de résistance du mur.

Moment de poussée. — Cela posé, et sans insister davantage sur la théorie de la poussée des terres, nous rappellerons que la poussée horizontale Q passe au tiers de la hauteur du mur, et que la valeur en est donnée par la formule

$$Q = \frac{1}{2} ph^2 \, \overline{\text{tang}}^2 \frac{1}{2} a$$

qui devient, avec les données adoptées ci-dessus :

$$Q = \frac{1}{2} 1{,}600 \, h^2 \times 0{,}1875 = 150 \, h^2.$$

Le moment de cette poussée, pris par rapport à l'arête A (*fig.* 1), autour de laquelle le mur tend à se renverser, sera donc :

$$\mu = \frac{150 \, h^3}{3} = 50 \, h^3.$$

MURS PLEINS VERTICAUX.

Mur vertical équilibrant la poussée. — Cherchons d'abord quelle doit être l'épaisseur x d'un mur vertical pour qu'il fasse exactement équilibre à la poussée. Il suffit pour cela d'égaler entre eux les moments de poussée et de résistance du mur, pris tous deux par rapport à l'arête A, ce qui donne :

$$2{,}200^{k} \times \frac{hx^2}{2} = 50\ h^3,$$

d'où

$$x = 0{,}213\ h.$$

Coefficient de stabilité. — Cette formule ne donne que l'épaisseur nécessaire pour qu'il y ait équilibre, mais il faut de plus qu'il y ait *stabilité.* On doit donc se demander alors quelle épaisseur *strictement nécessaire* il faudra donner au mur pour qu'il ait une stabilité suffisante. Ici l'expérience seule peut l'apprendre.

D'après Vauban, les profils des murs de terrasse sont convenables quand le moment de résistance est des $\frac{4}{5}$ plus fort que le moment de poussée, ou, en d'autres termes, quand il est 1,80 fois plus fort que le moment de poussée.

Après lui, Rondelet, dans son *Traité de l'Art de bâtir*, pense, « d'après toutes ses « recherches et toutes ses observations, que pour mettre les murs de soutènement « au-dessus de tous les efforts qu'ils peuvent avoir à soutenir, il faut que leur résistance « soit double de la poussée. »

Si, après ces deux auteurs, on consulte l'expérience, on observe qu'elle s'accorde généralement à adopter pour l'épaisseur des murs de soutènement verticaux les 0,30 de la hauteur; d'après cela le coefficient de stabilité peut être déterminé comme il suit :

Le moment résistant d'un mur vertical dont l'épaisseur est égale aux 0,30 de la hauteur, sera :

$$\mu' = 2{,}200^{k} \times \frac{\overline{0{,}30}^2}{2} h^3 = 99\ h^3.$$

Le moment de poussée ayant été trouvé plus haut de 50 h^3, le coefficient de stabilité sera donc $\frac{99}{50}$ = sensiblement 2.

L'expérience a donc confirmé la règle de Rondelet, et l'on peut admettre comme parfaitement exact que pour assurer la stabilité il faut que le moment résistant du mur soit double de celui de la poussée.

Dès lors, quelle que soit la forme d'un mur de soutènement, on peut aussi admettre que ses dimensions seront convenables, lorsque son moment sera égal au moment de résistance 99 h^3 du mur vertical dont l'épaisseur est les 0,30 de la hauteur, et que nous appellerons désormais le *mur-type.*

Glissement du mur sur ses fondations. — Lorsqu'un mur de soutènement aura été établi dans les conditions de stabilité décrites précédemment, on n'aura pas à craindre qu'il glisse sur ses fondations. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer, pour le mur-type ci-dessus, la force qui tend à le faire glisser, et la résistance qu'il oppose à cette force.

La force qui le sollicite au glissement est la poussée horizontale des terres, qui a pour valeur $Q = 150\ h^2$.

La résistance du mur au glissement est égale à son poids multiplié par le coefficient du frottement qui est généralement de 0,76 ; cette résistance sera donc :

$$R = 0{,}76\ (0{,}30\ h^2)\ 2{,}200^{k} = 501{,}60\ h^2,$$

ce qui montre que la résistance du mur au glissement est plus de trois fois supérieure à la force qui le sollicite, et que par conséquent le coefficient de stabilité adopté ci-dessus garantit réellement la construction contre toutes les chances de renversement.

MURS PLEINS AVEC FRUIT EXTÉRIEUR.

Les murs pleins avec un fruit sur le parement extérieur sont fréquemment employés, car ils présentent, à stabilité égale, une économie notable sur le mur-type examiné ci-dessus. On peut se rendre facilement compte de cette économie ; le fruit extérieur ayant pour effet d'éloigner de l'arête extérieure A de la base (*fig.* 2) le centre de gravité, il augmente par conséquent le bras de levier de la résistance, et dès lors le poids ou, ce qui revient au même, la section du mur diminuera pour que le moment de résistance reste constant. On peut donc se proposer de rechercher quelles dimensions il faut donner à ces ouvrages pour qu'ils résistent autant que le mur-type.

Pour généraliser la formule, nous désignerons par la fraction $\frac{1}{a}$ le fruit par mètre de hauteur, et nous prendrons pour inconnue x l'épaisseur au sommet.

Égalant le moment de ce mur pris par rapport à l'arête A, au moment du mur-type, on aura :

$$hx\left(\frac{x}{2}+\frac{h}{a}\right)+\left(\frac{h^2}{2a}\times\frac{2h}{3a}\right)=\frac{\overline{0,30}^2\, h^3}{2}$$

équation qui donne pour la valeur de x :

$$x=\frac{h}{a}\left(-1\pm\sqrt{\frac{0,27\,a^2+1}{3}}\right). \qquad (1)$$

Appliquant cette formule aux murs les plus usités, on formera le tableau suivant, donnant pour chaque fruit la valeur de x et la surface S du profil correspondant :

TABLEAU I. — *Dimensions et Cubes des murs pleins avec fruit extérieur.*

FRUIT EXTÉRIEUR du mur.	ÉPAISSEUR DU MUR au sommet.	CUBE DU MUR par mètre courant.
$\frac{1}{4}$	$x = 0,0830\,h$	$s = 0,2080\,h^2$
$\frac{1}{5}$	$0,1214\,h$	$0,2214\,h^2$
$\frac{1}{6}$	$0,1483\,h$	$0,2316\,h^2$
$\frac{1}{7}$	$0,1683\,h$	$0,2397\,h^2$
$\frac{1}{8}$	$0,1835\,h$	$0,2460\,h^2$
$\frac{1}{9}$	$0,1957\,h$	$0,2511\,h^2$
$\frac{1}{10}$	$0,2055\,h$	$0,2555\,h^2$
$\frac{1}{12}$	$0,2205\,h$	$0,2622\,h^2$
$\frac{1}{15}$	$0,2358\,h$	$0,2691\,h^2$
$\frac{1}{20}$	$0,2513\,h$	$0,2764\,h^2$
Mur vertical.	$0,3000\,h$	$0,3000\,h^2$

Comme nous nous proposons plus loin de comparer entre eux les divers systèmes de murs, nous choisirons pour objets de cette comparaison les murs de $5^m,00$, $6^m,00$, $9^m,00$, $12^m,00$, $15^m,00$ de hauteur, en faisant abstraction, bien entendu, des fondations qui sont variables suivant la nature du terrain et la situation des travaux ; de plus nous adopterons le fruit de $\frac{1}{10}$ qui est assez souvent en usage.

Au moyen de la formule (1) et du tableau I, nous formerons le tableau suivant donnant, pour ces cinq hauteurs de murs, l'épaisseur au sommet et le cube par mètre courant :

Tableau II. — *Murs pleins de* 5, 6, 9, 12 *et* 15 *mètres avec fruit extérieur de* $\frac{1}{10}$.

HAUTEUR des murs.	ÉPAISSEUR au sommet.	CUBE par mètre courant.
mèt.	mèt.	m. c.
5,00	1,0275	6,3875
6,00	1,2330	9,1980
9,00	1,8495	20,6955
12,00	2,4660	36,7920
15,00	3,0825	57,4875

Il résulte du tableau I que les surfaces de ces murs, ou, en d'autres termes, leurs cubes par mètre courant, sont d'autant plus petits que le fruit est plus grand. Remarquons du reste que l'importance du fruit est limitée par la condition de ne pas arriver à une épaisseur au sommet inférieure à $0^m,35$ ou $0^m,40$.

MURS PLEINS AVEC FRUIT INTÉRIEUR.

Dans certains cas, il n'est pas possible de donner au mur un fruit extérieur. On peut alors remplacer le fruit apparent par un fruit intérieur, c'est-à-dire placé du côté des terres à soutenir, ou, ce qui vaut mieux, par des retraites intérieures ; car ces retraites supportent des terres dont le poids s'ajoute à celui du mur et en augmente ainsi la stabilité.

On peut déduire une formule qui donne les dimensions des murs avec fruit intérieur, en partant de la condition qu'ils offrent la même stabilité que le mur vertical type.

Appelant $\frac{1}{a}$ le fruit intérieur, et x l'épaisseur du mur au sommet, l'équation qui égale le moment de ce mur à celui du mur type sera :

$$\frac{hx^2}{2} + \frac{h^2}{2a}\left(x + \frac{h}{3a}\right) = \frac{\overline{0,30}^2}{2} h^3,$$

d'où

$$x = \frac{h}{a}\left\{- 0,50 + \sqrt{0,25 + \frac{0,27\ a^2 - 1}{3}}\right\}. \qquad (2)$$

Appliquant cette formule aux cas le plus généralement employés, c'est-à-dire aux murs dont le fruit est de $\frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}$, on formera le tableau suivant qui donne les valeurs de x et les surfaces des profils correspondants :

TABLEAU III. — *Dimensions et Cubes des murs pleins avec fruit intérieur.*

FRUIT INTÉRIEUR du mur.	ÉPAISSEUR DU MUR au sommet.	CUBE DU MUR par mètre courant.
$\frac{1}{4}$	$x = 0{,}1663\ h$	$s = 0{,}2913\ h^2$
$\frac{1}{5}$	$0{,}1944\ h$	$0{,}2944\ h^2$
$\frac{1}{6}$	$0{,}2127\ h$	$0{,}2960\ h^2$
$\frac{1}{7}$	$0{,}2257\ h$	$0{,}2971\ h^2$
$\frac{1}{8}$	$0{,}2352\ h$	$0{,}2977\ h^2$
$\frac{1}{9}$	$0{,}2427\ h$	$0{,}2982\ h^2$
$\frac{1}{10}$	$0{,}2486\ h$	$0{,}2986\ h^2$
Mur vertical.	$0{,}3000\ h$	$0{,}3000\ h^2$

Au moyen de la formule (2) et du tableau III, nous formerons le tableau IV ci-après, qui donne l'épaisseur au sommet et le cube par mètre courant des murs de $5^m,00$, $6^m,00$, $9^m,00$, $12^m,00$, $15^m,00$, avec un fruit intérieur de $\frac{1}{10}$.

La comparaison des tableaux II et IV fait voir que l'emploi des murs avec fruit extérieur est le plus avantageux, résultat dont on peut se rendre compte *a priori*, en observant que le fruit intérieur ramène toute la masse du mur du côté de l'arête A, en rapprochant en même temps son centre de gravité de cette arête.

TABLEAU IV. — *Murs pleins de 5, 6, 9, 12 et 15 mètres avec fruit intérieur de* $\frac{1}{10}$.

HAUTEUR des murs.	ÉPAISSEUR au sommet.	CUBE par mètre courant.
mèt.	mèt.	m. c.
5,00	1,2430	7,4560
6,00	1,4916	10,7496
8,00	2,2374	24,1866
12,00	2,9832	42,9984
15,00	3,7390	67,1850

Le tableau III fait voir de plus que les murs de ce système ne cubent guère moins que le mur vertical type à stabilité égale : il n'y a donc pas lieu d'en recommander l'emploi ni de s'y arrêter plus longtemps.

MURS PLEINS AVEC REDANS INTÉRIEURS.

Lorsque l'on ne peut donner aux murs un fruit apparent, on les établit très-fréquemment avec des retraites intérieures. Cette forme est plus rationnelle qu'un simple contre-fruit intérieur, car le poids des terres qui s'appuient sur chacune des retraites, s'ajoutant au poids du mur, concourt à éloigner son centre de gravité de l'arête A de la base, ce qui est le point important pour arriver à une section économique.

Ces retraites ont ordinairement de 0,15 à 0,30. Pour établir des formules servant à les calculer d'une manière plus simple, nous assimilerons ces murs à des murs ayant un fruit intérieur dont la ligne fictive CD passerait par le milieu de chaque retraite.

Nous appellerons $\frac{1}{a}$ le fruit intérieur équivalent aux retraites, x l'épaisseur BC au sommet, et nous tiendrons compte du poids des terres en observant qu'elles équivalent au prisme CDF.

Égalant le moment du mur à celui du mur-type, on aura :

$$2{,}200^{k}\left\{\frac{hx^2}{2}+\frac{h^2}{2a}\left(x+\frac{h}{3a}\right)\right\}+1{,}600^{k}\,\frac{h^2}{2a}\left(x+\frac{2h}{3a}\right)=99\,h^3$$

d'où

$$x=\frac{h}{a}\left(-\,0{,}864\pm\sqrt{0{,}09\,a^2-0{,}073}\right),$$

et appliquant cette formule aux cas généralement employés, on pourra former le tableau suivant :

TABLEAU V. — *Dimensions et Cubes des murs pleins avec retraites intérieures.*

FRUIT ÉQUIVALENT aux retraites.	ÉPAISSEUR x au sommet.	CUBE par mètre courant.
$\frac{1}{4}$	$x = 0{,}0763\,h$	$s = 0{,}2013\,h^2$
$\frac{1}{5}$	$0{,}1222\,h$	$0{,}2222\,h^2$
$\frac{1}{6}$	$0{,}1527\,h$	$0{,}2360\,h^2$
$\frac{1}{7}$	$0{,}1740\,h$	$0{,}2454\,h^2$
$\frac{1}{8}$	$0{,}1901\,h$	$0{,}2526\,h^2$
$\frac{1}{9}$	$0{,}2024\,h$	$0{,}2579\,h^2$
$\frac{1}{10}$	$0{,}2148\,h$	$0{,}2648\,h^2$
Mur vertical type.	$0{,}3000\,h$	$0{,}3000\,h^2$

En calculant, comme plus haut, l'épaisseur au sommet et le cube pour les cinq murs choisis ci-dessus pour termes de comparaison, on formera le tableau suivant :

TABLEAU VI. — *Murs pleins de 5, 6, 9, 12, 15 mètres avec retraites intérieures équivalant à un fruit de* $\frac{1}{10}$.

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR au sommet.	CUBE par mètre courant.
mèt.	mèt.	m. c.
5,00	1,0740	6,6200
6,00	1,2888	9,5328
9,00	1,9332	21,4488
12,00	2,5776	38,1312
15,00	3,2220	59,5800

En comparant ce tableau aux tableaux II et IV, on remarque que ces ouvrages avec retraites, si l'on tient compte du poids des terres qui s'appuient sur les retraites, sont bien plus avantageux que les murs avec fruit intérieur, et qu'ils atteignent presqu'à l'économie de ceux avec fruit extérieur.

Rapportant ces trois espèces de murs au mur vertical type, l'économie de maçonnerie que chacun d'eux réalise sur ce dernier peut être évaluée ainsi, le fruit intérieur ou extérieur de $\frac{1}{10}$:

Économie des murs avec fruit extérieur sur le mur-type $\frac{1}{6,74}$

Id. intérieur *id.* $\frac{1}{214,28}$

Id avec retraites intérieures *id.* $\frac{1}{8,52}$

Il est évident que si le fruit du mur était plus grand ou plus petit que $\frac{1}{10}$, cette économie deviendrait aussi plus grande ou plus petite dans le même sens.

Si l'on ne voulait pas tenir compte des terres que portent les retraites pour calculer les dimensions de ces murs, il est évident que l'on retomberait identiquement sur le cas examiné plus haut des ouvrages avec fruit intérieur, dans lesquels le fruit serait exactement le même; mais nous croyons qu'il vaut mieux en tenir compte dans le calcul, puisqu'en réalité ces terres ajoutent leur poids à celui du mur et augmentent ainsi sa stabilité.

MURS AVEC CONTRE-FORTS EXTÉRIEURS.

Dans certains cas particuliers, on consolide les murs de soutènement au moyen de simples contre-forts placés à l'extérieur. Cette disposition, quand elle peut être adoptée, est très-économique, car la masse principale du mur étant très-éloignée de l'arête extérieure de la base autour de laquelle le renversement tend à se produire, le bras de levier du mur par rapport à cette arête devient plus grand, et dès lors sa section devient plus petite pour que son moment de stabilité demeure constant.

Au point de vue pratique, ces contre-forts extérieurs sont très-efficaces, car, contrairement aux contre-forts placés à l'intérieur des terres, ils ne tendent pas à se séparer du masque par l'effet de la poussée; loin de là, cette poussée ne tend qu'à appliquer le masque contre le contre-fort, qui dès lors remplit bien réellement son but, qui est de contre-buter le masque.

Aussi, dans ces sortes de murs, n'a-t-on plus à redouter que la courbure dans le sens

horizontal que le masque tend à prendre sous l'effort de la poussée, dans le sens des contre-forts.

Le moyen le plus efficace pour éviter cette courbure est de ne pas trop les éloigner les uns des autres.

Un intervalle libre de 3 mètres laissé entre eux et une largeur de 1 mètre donnée aux contre-forts sont des dimensions moyennes que l'on peut généralement adopter.

Quant à leur forme, elle est ordinairement rectangulaire en plan; on pourrait les relier au masque par des quarts de cercle, pour mieux établir la solidarité et diminuer encore les chances de flexion du masque entre eux; mais, dans le cas actuel des contre-forts extérieurs, cette disposition serait plus coûteuse qu'elle ne serait profitable à la solidité du mur, et l'on peut s'en tenir aux formes rectangulaires.

Cherchons maintenant une formule simple donnant les dimensions de ces sortes de murs, en partant toujours de cette condition fondamentale, qu'ils présentent le même moment de stabilité que le mur vertical type.

Pour cela nous admettons que la partie du mur comprise entre les deux plans verticaux menés par les milieux des intervalles voisins, puisse être considérée comme un bloc homogène, hypothèse admissible à cause du peu d'intervalle relatif laissé entre les contre-forts. Le bloc tendant à être renversé par les poussées autour de l'arête de la base du contre-fort, nous prendrons les moments par rapport à cette arête.

Les données du problème seront donc les suivantes :

Intervalle entre les contre-forts, 3 mètres;

Largeur des contre-forts, 1 mètre;

Épaisseur du masque supposé vertical $\frac{h}{c}$.

La seule inconnue à déterminer sera donc la saillie x, que les contre-forts doivent avoir sur le nu du mur.

L'équation des moments de stabilité entre ce mur et le mur vertical type sera donc :

$$\frac{h^2}{c}\left(x + \frac{h}{2c}\right) + \frac{hx^2}{8} = \frac{\overline{0,30}^2}{2}\,h^3,$$

d'où

$$x = \frac{h}{c}\left(-4 \pm \sqrt{12 + 0,36\,c^2}\right). \qquad (4)$$

Cette équation montre que si l'on fait croître c, ce qui revient à diminuer de plus en plus l'épaisseur du masque, la valeur de x ira en croissant, mais le cube du mur ira en diminuant, d'où l'on conclut que l'on réalisera la plus grande économie de maçonnerie en réduisant le plus possible l'épaisseur du masque.

Mais il y a une limite d'épaisseur au-dessous de laquelle on ne saurait descendre sans que le masque fléchit. Cette limite ne saurait se déterminer *a priori;* elle dépend surtout de la qualité de la maçonnerie, et de la liaison plus ou moins intime des matériaux.

L'épaisseur du masque est donc surtout une question d'expérience, mais on s'éloignera peu d'une bonne disposition en lui donnant le $\frac{1}{5}$ ou le $\frac{1}{6}$ de la hauteur, c'est-à-dire en faisant $b = 5$ ou 6.

En adoptant cette dernière épaisseur, et en faisant $c = 6$ dans la formule ci-dessus, elle devient :

$$x = \frac{h}{6}\left(-4 \pm \sqrt{12 + 0,36 \times \overline{6}^2}\right) = \frac{h}{6}, \qquad (5)$$

c'est-à-dire que, dans ce cas, la saillie du contre-fort doit être égale au $\frac{1}{6}$ de la hauteur du mur, ou égale à l'épaisseur du masque.

Appliquant la formule (5) aux cinq murs dont nous faisons la comparaison, nous formerons le tableau suivant :

TABLEAU VII. — *Murs avec contre-forts extérieurs, l'épaisseur du masque étant* $\frac{h}{6}$.

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt	m. c.
5,00	0,833	0,833	5,206
6,00	1,000	1,000	7,500
9,00	1,500	1,500	16,875
12,00	2,000	2,000	30,000
15,00	2,500	2,500	46,875

Il est d'ailleurs facile d'établir que dans ce cas le cube moyen du mur par mètre courant a pour expression :

$$V = \frac{5h^2}{24} = 0,20833\,h^2.$$

Comparé au mur vertical type dont le cube par mètre courant est de 0,30 h^2, on voit que le mur avec contre-forts extérieurs réalise une économie de $\frac{0,30 - 0,2083}{0,30} = \frac{1}{3,27}$, ce qui est considérable et ce qui place ces murs au premier rang de ceux que nous avons étudiés jusqu'ici.

Malheureusement leur emploi est très borné à cause de leur forme même, car les contre-forts extérieurs ont l'inconvénient de prendre de la place utile par leur saillie sur le nu du mur, ce qui les fait rejeter dans tous les murs de quais et dans tous ceux qui bordent les voies publiques.

MURS AVEC CONTRE-FORTS INTÉRIEURS.

Les murs avec contre-forts placés du côté des terres sont plus souvent employés que ceux avec contre-forts extérieurs, parce qu'ils ne rompent pas la régularité du mur en élévation, et n'empiètent pas sur la place utile. Quoique beaucoup moins avantageux sous tous les rapports que les contre-forts extérieurs, ils tendent cependant, pourvu qu'ils soient parfaitement reliés avec la masse du mur, à reculer le centre de gravité de ce dernier, et partant à lui donner de la stabilité, et ils rompent en même temps le prisme de plus grande poussée qui n'exerce plus son effet que dans l'intervalle des contre-forts.

Contre-forts indépendants. — Si les contre-forts n'étaient pas reliés au masque, s'ils n'étaient pour ainsi dire que plaqués contre lui, ils n'auraient plus d'autre effet que de rompre le prisme de plus grande poussée, sans reculer en rien le centre de gravité. D'ailleurs ces contre-forts isolés du mur sont ordinairement employés dans les lieux où la pierre est très-abondante, et ils s'exécutent en pierre sèche : c'est ce que l'on a fait très-judicieusement dans plusieurs circonstances au chemin de fer de Saint-Germain, où l'on avait en abondance de mauvais moellons provenant des déblais et ne pouvant guère servir qu'à faire des remblais ou des contre-forts abrités de la gelée.

Contre-forts reliés au Masque. — Mais généralement, dans le but d'utiliser tout l'effet des contre-forts, on les relie au masque aussi intimement que possible.

On peut adopter plusieurs dispositions pour réaliser cette liaison. Les contre-forts à base rectangulaire sont les plus usités, et presque toujours les plus convenables.

Les contre-forts à base trapézoïdale, qui sont plus larges à la racine qu'à la queue, d'après VAUBAN, étant appliqués à l'intérieur, forment une construction plus solide au

point de vue de la liaison des matériaux ; mais on trouve, par le calcul, qu'ils doivent opposer moins de résistance que les contre-forts à base rectangulaire, parce que le centre de gravité est plus près du point d'appui.

Les contre-forts à base rectangulaire reliés au masque par deux quarts de cercle forment une variante de la disposition précédente à base trapézoïdale et donnent lieu aux mêmes remarques. Au chemin de fer de Lyon à Avignon, M. Paulin Talabot, Ingénieur en chef, a établi des types des murs de soutènement des remblais avec des contre-forts extérieurs reliés au masque par des quarts de cercle. On en trouvera les détails dans les *Nouvelles Annales de la Construction* (1861, col. 60, *Pl.* 21).

Bélidor a proposé de disposer les contre-forts avec une épaisseur plus grande à la queue qu'à la racine, afin de reporter le centre de gravité plus loin du point d'appui, et de mieux enraciner le mur dans le massif des terres; mais ces contre-forts ne sont pas employés, car ils sont susceptibles de se détacher du mur par suite du moindre tassement.

Quelle que soit la disposition que l'on adopte pour les contre-forts intérieurs, M. Mary recommande de les relier au masque par des tirants en fer avec clef, et en effet on ne saurait apporter trop de soin pour établir une solidarité parfaite entre ces deux parties du mur, puisque les calculs de leurs dimensions reposent implicitement sur l'hypothèse de leur liaison intime.

Ajoutons que pour les murs avec contre-forts intérieurs ou extérieurs il faut éviter la flexion du masque entre les contre-forts, sous l'effort de la poussée, et que le moyen le plus efficace pour éviter cette courbure consiste à ne pas trop espacer ces derniers.

Dans les murs-types adoptés par M. Talabot au chemin de fer de Lyon à Avignon, et dont nous avons parlé plus haut, les contre-forts ont $1^m,00$ de largeur et sont espacés de $4^m,00$ d'axe en axe, laissant ainsi entre eux un espace libre de $3^m,00$. Il serait peut-être prudent de ne pas dépasser cet intervalle, et ce sera celui que nous adopterons dans les calculs qui vont suivre.

Nous calculerons les formules qui donnent les dimensions de ce système de murs pour deux dispositions de contre-forts : 1° contre-forts à base rectangulaire ; 2° contre-forts à base rectangulaire reliés au masque par des quarts de cercle.

1° *Murs avec contre-forts à base rectangulaire.* — Nos données exprimées dans les figures 11 et 12 sont les suivantes :

Distance des contre-forts, d'axe en axe.............. $4^m,00$
Largeur des contre-forts.............................. $1^m,00$
Intervalle libre entre les contre-forts................ $3^m,00$

Nous désignerons d'ailleurs par h la hauteur du mur égale à celle des terres, et par $\frac{h}{c}$ l'épaisseur du masque supposé vertical. La seule inconnue à déterminer sera donc la saillie x du contre-fort sur le nu du mur.

Admettons, comme dans les murs à contre-forts extérieurs, que la partie du mur comprise entre les plans BC, B'C', menés par les milieux de deux intervalles voisins, forme un massif bien homogène, un monolithe pour ainsi dire, dont toutes les parties résistent solidairement. Ce massif tendant à être renversé autour de l'arête A du masque, les moments par rapport à cette arête donnent l'équation

$$\frac{h^3}{2c^2} + \frac{hx}{4}\left(\frac{h}{c} + \frac{x}{2}\right) = \frac{\overline{0,30}^2\, h^3}{2},$$

d'où

$$x = \frac{h}{c}\left(-1 \pm \sqrt{0,36\, c^2 - 3}\right). \qquad (6)$$

On reconnaît, à l'inspection de cette formule, que si l'on fait croître c, ou en d'autres termes, que si l'on diminue l'épaisseur $\frac{h}{c}$ du masque, la saillie x du contre-fort va en

augmentant, mais le cube moyen du mur par mètre courant diminue. Il y a donc intérêt à diminuer autant qu'on le peut l'épaisseur du masque; mais il y a ici, comme pour les murs à contre-forts extérieurs, une limite qu'il ne faut pas franchir, c'est l'épaisseur au-dessous de laquelle le masque serait exposé à prendre une courbure sous l'effort de la poussée.

M. Talabot a fixé cette épaisseur du masque au $\frac{1}{4}$ de la hauteur dans les murs-types cités ci-dessus. Avec de bons matériaux, bien reliés ensemble, on pourrait peut-être descendre au-dessous de cette épaisseur, et prendre le $\frac{1}{5}$ et même le $\frac{1}{6}$.

Faisant $c = 4$ dans la formule (6) ci-dessus, il viendra :

$$x = \frac{h}{4}\left(-1 \pm \sqrt{0{,}36 \times \overline{4}^2 - 3}\right)$$

d'où

$$x = 0{,}165\,h, \qquad (7)$$

De plus, le cube moyen du mur par mètre courant aura pour expression, avec ces données :

$$V = 0{,}291\,h^2. \qquad (8)$$

Au moyen des formules (7) et (8) nous formerons le tableau suivant analogue aux précédents.

Tableau VIII. — *Murs avec contre-forts intérieurs à base rectangulaire, l'épaisseur du masque étant* $\frac{h}{4}$.

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	1,25	0,825	7,275
6,00	1,50	0,990	10,476
9,00	2,25	1,485	23,571
12,00	3,00	1,980	41,904
15,00	3,75	2,475	65,475

Si l'on compare ces murs au mur vertical type, on peut voir que l'économie de maçonnerie qu'ils permettent de réaliser par mètre courant est de $\frac{0.30 - 0.291}{0.30} = \frac{1}{33}$, ce qui est insignifiant.

Si l'on donnait au masque pour épaisseur le $\frac{1}{5}$ de la hauteur, la formule (6) deviendrait $x = 0.29\,h$; le cube du mur par mètre courant serait $V = 0.273\,h^2$, ce qui donnerait sur le mur-type une économie de $\frac{0.30 - 0.273}{0.30} = \frac{1}{11}$.

Si enfin on donnait au masque le $\frac{1}{6}$ de la hauteur, c'est-à-dire la même épaisseur que nous avons adoptée pour les murs à contre-forts extérieurs, la formule (6) donnerait $x = 0.359\,h$, et le cube moyen du mur serait $V = 0.257\,h^2$, réalisant ainsi une économie de $\frac{0.300 - 0.257}{0.30} = \frac{1}{7}$ sur le mur-type.

Remarquons que dans les mêmes conditions d'épaisseur de masque le mur avec contre-forts extérieurs examiné ci-dessus économiserait $\frac{1}{3.27}$ de maçonnerie sur le mur-type, chiffre qui fait ressortir tout l'avantage des murs avec contre-forts extérieurs sur ceux avec contre-forts intérieurs.

Le tableau suivant donne les dimensions et le cube par mètre courant des murs de 5m.00, 6m.00, 9m.00, 12m.00, 15m.00, dans l'hypothèse où l'on donnerait au masque pour épaisseur le $\frac{1}{6}$ de la hauteur.

TABLEAU IX. — *Murs avec contre-forts intérieurs à base rectangulaire, l'épaisseur du masque étant* $\frac{h}{6}$

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	0,833	1,795	6,425
6,00	1,000	2,154	9,252
9,00	1,500	3,231	20,817
12,00	2,000	4,308	37,008
15,00	2,500	5,385	57,825

2° *Murs avec contre-forts rectangulaires raccordés au masque par des quarts de cercle.*—Les données, qui sont à peu près les mêmes que pour le cas précédent, sont indiquées dans les figures 12 et 13. Les quarts de cercle qui raccordent en plan les contre-forts avec le masque sont supposés avoir un rayon de 1 mètre.

Ces données sont du reste les mêmes que M. TALABOT a adoptées pour établir au chemin de fer de Lyon à Avignon les types des murs de soutènement.

Si l'on remarque que le centre de gravité de chacune des surfaces courbes MNR est à 0m.40 de la ligne MN, et que chacune de ces surfaces est de 0mq.215, l'équation des moments pris par rapport à l'arête extérieure A sera pour 1 mètre courant de mur :

$$\frac{h^3}{2c^2} + \frac{0{,}43\,h}{4}\left(\frac{h}{c} + 0{,}40\right) + \frac{hx}{4}\left(\frac{h}{c} + \frac{x}{2}\right) = \frac{\overline{0{,}30}^2}{2}\,h^3,$$

d'où

$$x = -\frac{h}{c} \pm \sqrt{h^2\left(0{,}36 - \frac{3}{c^2}\right) - \frac{0{,}86\,h}{c} - 0{,}344.} \qquad (9)$$

Comme dans le cas précédent, l'épaisseur du masque peut être le $\frac{1}{4}$, le $\frac{1}{5}$ ou le $\frac{1}{6}$ de la hauteur.

Faisant d'abord $c = 4$ dans la formule (9), elle devient :

$$x = -\frac{h}{4} \pm \sqrt{0{,}1725\,h^2 - 0{,}215\,h - 0{,}344.}$$

Au moyen de cette formule, nous formerons le tableau suivant correspondant à une épaisseur de masque égale à $\frac{h}{4}$.

Tableau X. — *Murs avec contre-forts intérieurs à base circulaire, l'épaisseur du masque étant $\frac{h}{4}$.*

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque.	SAILLIE des contre-forts	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	1,25	0,451	7,351
6,00	1,50	0,640	10,005
9,00	2,25	1,170	23,850
12,00	3,00	1,450	41,640
15,00	3,75	2,190	66,075

Faisant maintenant $c = 6$ dans la formule (9), elle devient :

$$x = -\frac{h}{6} \pm \sqrt{0,277\,h^2 - 0,143\,h - 0,344.}$$

Au moyen de cette formule, nous formerons le tableau suivant qui correspond à une épaisseur de masque égale à $\frac{h}{6}$:

Tableau XI. — *Murs avec contre-forts intérieurs à base circulaire, l'épaisseur du masque étant $\frac{h}{6}$.*

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	0,833	1,587	6,550
6,00	1,000	1,960	9,430
9,00	1,500	3,060	21,352
12,00	2,000	4,150	37,740
15,00	2,500	5,230	58,725

La comparaison des quatre derniers tableaux confirme ce qui a été dit plus haut, que les murs avec contre-forts à base rectangulaire opposent plus de résistance que les murs à base trapézoïdale ou circulaire, ce qui revient à dire, qu'à stabilité égale, ils cuberont moins par mètre courant.

Murs avec fruit extérieur et contre-forts. — Il n'est guère d'usage de donner aux murs de soutènement un fruit extérieur concurremment aux contre-forts; l'un des deux exclut l'autre. Et en effet, si l'on peut donner au mur un fruit extérieur, l'économie de maçonnerie que l'on peut en retirer permet de se passer de contre-forts ; aussi n'emploie-t-on ces derniers que pour remplacer le fruit que l'on ne peut adopter.

Il est donc inutile de présenter les formules applicables à ce cas; disons seulement qu'on les obtiendrait aisément en suivant la même marche que pour les cas précédents, c'est-à-dire en égalant le moment du mur vertical type au moment du mur en question, pris par rapport à l'arête extérieure de la base.

MURS AVEC CONTRE-FORTS ET VOUTES DE DÉCHARGE.

Dans ces derniers temps, on ne s'est pas borné à consolider les murs de soutènement par des contre-forts intérieurs comme nous l'avons dit, on a encore relié ces contre-forts

par des arcs de décharge. Ces voûtes qui se trouvent chargées de terre à leurs divers étages, concourent puissamment avec les contre-forts à éloigner le centre de gravité du mur de l'arête extérieure de sa base. Elles ont, en outre, un but important, celui de rompre le prisme de poussée qui agit sur le masque, de soutenir ce masque dans l'intervalle des contre-forts, et d'opérer une liaison et même, jusqu'à un certain point, une solidarité complète entre le masque et les contre-forts.

Mais, pour réaliser ces indications théoriques, il importe d'apporter beaucoup de soin dans l'exécution des maçonneries, et d'opérer une liaison aussi intime que possible entre le masque d'un côté et les voûtes et les contre-forts de l'autre.

L'emploi de ce système de murs n'est du reste pas récent : Gauthey, au siècle dernier, l'a appliqué le premier au mur de quai de Châlon-sur-Saône. Ce mur a 5 à 6 mètres de hauteur, $0^m.65$ d'épaisseur au sommet, $1^m.15$ à la base avec $\frac{1}{12}$ de fruit sur le parement vu, et il est renforcé de contre-forts de 1 mètre de largeur et de 1 mètre de saillie, espacés de $5^m.30$ d'axe en axe et reliés par trois étages de voûtes en décharge de $1^m.60$ de hauteur sous clef. Gauthey rapporte qu'il a pu, par cette disposition, économiser un tiers de la maçonnerie.

Dans ces dernières années, grâce au grand développement donné aux travaux publics, on a pu essayer et comparer tous les systèmes de murs, et la disposition adoptée autrefois par Gauthey a été l'objet d'applications assez nombreuses.

Ainsi, aux murs de quais de Paris, on a adopté ce système; on a rattaché à ces murs des contre-forts espacés de 6 mètres les uns des autres, ayant $2^m.20$ de longueur et $1^m.20$ à $1^m.50$ de largeur. Ils supportent des trottoirs qui ont 3 mètres de largeur et un parapet de $0^m.50$; mais on ne les a reliés que par un seul étage de voûtes placé à la partie supérieure. Cette disposition exige plus de maçonnerie que celle suivie à Châlon, car elle n'utilise pas, pour la stabilité du mur, les terres qui pourraient s'appuyer sur les voûtes; mais elle diminue d'un autre côté les frais de construction des voûtes. M. Mary est d'avis qu'un motif indépendant de l'économie aurait dû engager à adopter ce système de voûtes partout où il y a des trottoirs à soutenir, car il permet de les établir solidement. Sur plusieurs quais de Paris établis dans un autre système, il y a en effet des tassements importants dans les terres rapportées derrière les murs, de sorte que, si l'on y établissait des trottoirs, ils seraient continuellement dégradés par l'effet de ces tassements.

Au chemin de fer d'Auteuil, M. Flachat a fait établir les culées de tous les ponts, et les murs de soutènement aux abords, en les consolidant par des contre-forts reliés par plusieurs étages de voûtes, et revenait ainsi franchement au système de Gauthey.

Comme on le voit, les contre-forts sont distants de $3^m.17$ à $4^m.05$ d'axe en axe, suivant les cas; ils ont 1 mètre de saillie et $0^m.80$ de largeur depuis la base jusqu'au premier étage de voûtes, et $0^m.70$ de saillie et $0^m.60$ de largeur au-dessus du premier étage. Les contre-forts sont reliés par deux étages de voûtes ayant $0^m.50$ d'épaisseur à la clef et $1^m.50$ de hauteur sous clef. Il n'y a pas de fruit extérieur ni intérieur. Le masque a une épaisseur uniforme de $0^m.80$. Ces murs soutiennent les terres du boulevard Pereire, terres assez compactes et assez dures, et malgré leur apparente légèreté, ils se sont bien comportés.

Le même ingénieur a aussi projeté, pour soutenir le tuf calcaire qui forme le terrain aux abords du souterrain de la place de l'Europe, des murs de $10^m.50$ de hauteur avec contre-forts et voûtes. Le mur proprement dit a $0^m.50$ d'épaisseur au sommet et $1^m.70$ à la base avec un fruit de $\frac{1}{8.75}$. Les contre-forts espacés de 5 mètres d'axe en axe ont $1^m.10$ de saillie sur le mur et $1^m.30$ de largeur. Ils sont reliés par cinq étages de voûtes ayant $0^m.50$ d'épaisseur et $1^m.50$ de hauteur sous clef.

Enfin, au canal Saint-Martin, on a établi les murs de quai dans le même système.

La fig. 25 représente des murs de soutènement, avec voûtes extérieures, tels que l'on en voit d'assez nombreuses applications dans certains pays, en Italie par exemple.

En présence de l'emploi de plus en plus fréquent de ces murs, il peut être intéressant d'établir des formules pratiques qui en donnent les principales dimensions, et aussi de les comparer aux systèmes de murs que nous avons étudiés précédemment.

Pour établir ces formules, nous avons pris pour point de départ cette condition, commune à tous les murs qui précèdent, qu'ils doivent présenter la même stabilité que le mur vertical type dont l'épaisseur est les 0.30 de la hauteur.

Puis afin d'embrasser, autant que possible, tous les cas qui peuvent se présenter dans la pratique, nous partagerons cette étude en deux grandes divisions :

1° Murs avec fruit extérieur ;

2° Murs verticaux, c'est-à-dire sans fruit.

On comprend de suite que dans ces conditions le nombre des hypothèses sur les quantités qui serviront de données est en quelque sorte indéfini, et qu'alors celle que l'on prendrait pour inconnue varierait dans des limites assez grandes, suivant les valeurs qu'on attribuerait aux autres.

Il est donc important tout d'abord, dans une étude où l'on peut faire varier tant d'éléments, de réduire le nombre de variables en adoptant des données conformes aux indications de l'expérience et à la pratique courante.

C'est ainsi que nous adopterons, quelle que soit la hauteur du mur, un espacement de $5^m.50$ d'axe en axe pour les contre-forts. Les autres données seront les suivantes :

Largeur des contre-forts : $1^m.50$;

Voûtes de $0^m.60$ d'épaisseur uniforme, décrites avec un rayon d'intrados de $2^m.90$ et un rayon d'extrados de $3^m.50$.

Cela posé, on voit de suite que les seuls éléments qu'il reste à déterminer sont le fruit extérieur, s'il en existe un, l'épaisseur du masque au sommet, la saillie des contre-forts et l'espacement vertical des voûtes.

Nous avons pensé qu'il serait utile d'avoir une formule générale reliant entre elles toutes ces quantités variables, afin que l'on puisse à volonté faire varier les données et les inconnues.

Nous adopterons donc les désignations suivantes :

$\frac{1}{a}$ fruit extérieur du mur ;

y épaisseur du masque au sommet ;

b espacement d'axe en axe des voûtes dans le sens vertical ;

x saillie des contre-forts sur le masque.

Avant de poser l'équation des moments, nous ferons remarquer que nous considérerons comme un même massif homogène chaque partie du mur comprise entre des plans verticaux passant par les milieux de deux voûtes voisines. De plus, dans le calcul, nous ferons concourir à la stabilité le poids des terres qui s'appuient sur les voûtes, en remarquant que le poids moyen des terres, des voûtes et des contre-forts est de 1,900 kilogrammes par mètre cube. Cette considération du poids moyen des parties en saillie sur le masque nous permettra de considérer toute cette partie en saillie, depuis le sommet jusqu'à l'étage inférieur des voûtes, comme un bloc de même matière, relié au masque, mais d'une densité différente, et nous pourrons dès lors opérer, non plus sur un entre-axe de $5^m.50$, mais sur 1 mètre courant de mur, ce qui simplifiera beaucoup les équations sans en altérer l'exactitude.

Ces considérations établies, l'équation générale qui égale le moment résistant de ce système de murs à celui du mur type, ces moments étant pris par rapport à l'arête A, sera la suivante :

$$(10) \quad 2,200^k \left\{\frac{h^3}{3a^2} + hy\left(\frac{h}{a} + \frac{y}{2}\right)\right\} + 1,900^k\, x\,(h-b)\left(\frac{x}{2} + y + \frac{h}{a}\right) = 99\,h^3.$$

C'est là la formule générale qui lie ensemble toutes les variables du problème, dans

laquelle on pourra attribuer toutes les valeurs que l'on voudra à toutes les quantités moins une, et en tirer la valeur de cette dernière prise pour inconnue.

Appliquant cette formule générale aux cas ordinaires de la pratique, et en adoptant les données que l'on rencontre généralement, nous prendrons $2^m.20$ pour l'espacement vertical des voûtes, c'est-à-dire que nous poserons $b = 2^m.20$.

Nous considérerons ensuite les quatre cas suivants :

1° *Murs avec fruit de* $\frac{1}{10}$, *l'épaisseur au sommet étant* $\frac{h}{10}$;

2° *Murs avec fruit de* $\frac{1}{10}$, *la saillie des contre-forts étant* 1 *mètre;*

3° *Murs sans fruit, l'épaisseur au sommet étant* $\frac{h}{5}$;

4° *Murs sans fruit, la saillie des contre-forts étant* 1 *mètre.*

1er CAS. — *Murs avec fruit de* $\frac{h}{10}$, *l'épaisseur au sommet étant* $\frac{h}{10}$. — Introduisant ces données dans la formule générale (10), c'est-à-dire faisant dans cette formule,

$$a = 10,\ b = 2.20,\ y = \frac{h}{10},$$

elle deviendra

$$2{,}200 \left\{ \frac{h^3}{300} + \frac{h^2}{10}\left(\frac{h}{10} + \frac{h}{20}\right) \right\} + 1{,}900\, x\, (h - 2{,}20) \left(\frac{x}{2} + \frac{h}{10} + \frac{h}{10}\right) = 99\, h^3,$$

équation qui donne :

$$(11) \qquad x = h \left\{ -0{,}20 + \sqrt{0{,}04 + \frac{0{,}0617\, h}{h - 2{,}20}} \right\}.$$

Appliquant cette formule aux cinq hauteurs de murs qui nous servent de termes de comparaison, nous formerons le tableau suivant :

TABLEAU XII. — *Murs avec contre-forts intérieurs et voûtes avec fruit de* $\frac{1}{10}$, *l'épaisseur au sommet étant* $\frac{h}{10}$.

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque au sommet.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	0,50	0,93	5,89
6,00	0,60	1,02	8,03
9,00	0,90	1,34	17,33
12,00	1,20	1,68	31,07
15,00	1,50	2,02	47,74

Si le fruit était plus grand que $\frac{1}{10}$, l'épaisseur du masque au sommet devrait diminuer, et le cube moyen des maçonneries diminuerait aussi.

On peut lier l'épaisseur du masque au sommet à la valeur du fruit par une relation simple, en adoptant pour cette épaisseur la valeur $\frac{ah}{100}$, a étant toujours le dénominateur de la fraction $\frac{1}{a}$ qui désigne le fruit. — Cette expression de l'épaisseur du masque au

sommet en fonction du fruit est la plus convenable et la plus simple : ainsi pour un fruit de $\frac{1}{h}$ l'épaisseur sera $\frac{4h}{100} = 0.04\ h$; pour un fruit de $\frac{1}{10}$, elle sera $\frac{10h}{100} = 0.10\ h$, etc.

2e CAS. — *Murs avec fruit de $\frac{1}{10}$, la saillie des contre-forts étant 1 mètre.* — La distance verticale des voûtes d'axe en axe est toujours $2^m.20$. Avec ces données, la seule inconnue à déterminer sera l'épaisseur du masque au sommet que nous avons désignée par y. — Faisant dans l'équation générale (10) $\frac{1}{a} = \frac{1}{10}$, $b = 2^m.20$, $x = 1$ mètre, elle deviendra

$$2,200 \left\{ \frac{h^3}{300} + hy\left(\frac{h}{10} + \frac{y}{2}\right) \right\} + 1,900\ (h - 2,20)\left(\frac{1}{2} + y + \frac{h}{10}\right) = 99\ h^3.$$

ou, en simplifiant :

$$(12) \quad 110\ hy^2 + (22\ h^2 + 190\ h - 418)\ y - 9.17\ h^3 + 19\ h^2 + 53.20\ h - 209 = 0.$$

Appliquant cette formule aux cinq types de murs dont il a été question, on formera le tableau suivant :

TABLEAU XIII. — *Murs avec contre-forts intérieurs et voûtes avec fruit de $\frac{1}{10}$, la saillie des contre-forts étant de 1 mètre.*

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque au sommet.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	0,47	1,00	5,90
6,00	0,61	1,00	8,04
9,00	1,15	1,00	18,26
12,00	1,75	1,00	33,84
15,00	2,32	1,00	52,98

En comparant les cubes moyens de ce dernier tableau au précédent, on remarquera qu'ils sont notablement plus élevés, surtout pour les murs de grande hauteur ; cela tient à ce que, dans le dernier système, l'épaisseur du masque est bien plus forte, eu égard à la saillie des contre-forts, que dans le système du premier cas.

3e CAS. — *Murs sans fruit, l'épaisseur au sommet étant $\frac{h}{5}$.* — Quand le mur n'a pas de fruit apparent, nous avons reconnu que l'épaisseur la plus convenable à donner au sommet du masque est de $\frac{1}{5}$ de la hauteur.

Faisant donc dans la formule générale (10), $\frac{1}{a} = 0$, $b = 2.20$, $y = \frac{h}{5}$, elle deviendra

$$2,200\ \frac{h^3}{50} + 1,900\ x\ (h - 2,20)\left(\frac{x}{2} + \frac{h}{5}\right) = 99\ h^3,$$

équation qui, résolue par rapport à x, donne la formule

$$(13) \qquad x = h \left\{ -\ 0,20 \pm \sqrt{0,04 + \frac{55\ h}{950\ (h - 2,20)}} \right\}.$$

Appliquant cette formule aux cinq hauteurs des murs précités, on formera le tableau suivant :

TABLEAU XIV. — *Murs sans fruit, avec contre-forts intérieurs et voûtes, l'épaisseur du masque étant* $\frac{h}{6}$.

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque au sommet.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	1,00	0,90	7,07
6,00	1,20	0,96	9,68
9,00	1,80	1,27	21,11
12,00	2,40	1,60	37,83
15,00	3,00	1,93	58,37

4e CAS. — *Murs sans fruit, la saillie des contre-forts étant 1 mètre.* — L'inconnue sera, dans ce cas, l'épaisseur du masque : faisant, dans la formule (10), $\frac{1}{a}=0, b=2.20, x=1.00$, elle devient

$$2{,}200\,\frac{hy^2}{2} + 1{,}900\,(h - 2{,}20)\left(\frac{1}{2} + y\right) = 99\,h^3,$$

équation qui, résolue par rapport à y, deviendra

$$(14) \qquad y = -\,0{,}864\left(\frac{h-2{,}20}{h}\right) \pm$$
$$\pm\sqrt{0{,}864\left(\frac{h-2{,}20}{h}\right)\left\{0{,}864\left(\frac{h-2{,}20}{h}\right) - 1\right\} + 0{,}09\,h^2}.$$

Appliquant cette formule aux cinq hauteurs de murs, on formera le tableau suivant :

TABLEAU XV. — *Murs sans fruit, avec contre-forts intérieurs et voûtes, la saillie des contre-forts étant de 1 mètre.*

HAUTEUR du mur.	ÉPAISSEUR du masque au sommet.	SAILLIE des contre-forts.	CUBE MOYEN du mur par mètre courant.
mèt.	mèt.	mèt.	m. c.
5,00	0,93	1,00	6,95
6,00	1,18	1,00	9,66
9,00	2,01	1,00	21,96
12,00	2,87	1,00	40,07
15,00	3,74	1,00	63,03

Comparaison de la Dépense exigée par les divers Types.

Mais la comparaison des murs, au point de vue du cube de maçonnerie, tout importante qu'elle soit, serait incomplète si l'on ne les comparait pas aussi au point de vue du prix de revient moyen par mètre courant. Il y a en effet parmi eux des murs qui, tout en présentant un cube relativement inférieur, donnent lieu à des difficultés d'exécution et de main-d'œuvre, et partant à des plus-values qui peuvent diminuer cet avantage dans

une certaine proportion. Pour évaluer ce prix de revient, nous prendrons pour bases les prix de la série de la ville de Paris, et nous adopterons les éléments suivants :

Maçonnerie de moellons pour massifs, le mètre courant	....	18f,90
Id. pour voûtes *id*	....	23 ,20
Id. pour murs courbes en élévation	....	21 ,40
Id. pour murs courbes en plan	....	20 ,60
Parements vus de moellons pour murs droits, le mètre quarré	....	1 ,90
Id. pour murs courbes, *id.*	....	2 ,50
Location de cintres pour voûtes, le mètre quarré	....	2 ,00
Chape de 0,05 en mortier hydraulique, le mètre quarré	....	1 ,65

En appliquant les prix de ce sous-détail aux murs compris dans le tableau précédent, nous formerons le tableau suivant qui donne pour chacun d'eux le prix de revient moyen par mètre courant. Nous avons conservé dans ce tableau le classement du précédent, et nous avons donné dans une colonne le coefficient moyen qui donne le prix de revient des murs de chaque système en fonction de la hauteur.

Tableau XVI. — *Comparaison des divers systèmes de murs au point de vue du prix de revient par mètre courant.*

Numéros.	DÉSIGNATION DES MURS.	PRIX de revient par mètre courant en fonction de la hauteur.	HAUTEUR DES MURS				
			5.00	6.00	9.00	12.00	15.00
			fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1	Murs sans fruit avec contre-forts extérieurs..	4,371 h^2	113.29	160.50	351.44	615.90	954.29
2	Murs avec contre-forts intérieurs et voûtes avec fruit de $\frac{1}{10}$, l'épaisseur au sommet étant $\frac{h}{10}$..............................	4,706 h^2	130.87	174.29	365.90	652.76	991.91
3	Murs avec contre-forts intérieurs et voûtes avec fruit de $\frac{1}{10}$, la saillie des contre-forts étant 1 mètre..........................	4,858 h^2	131.73	174.31	378.81	688.47	1,062.82
4	Murs courbes correspondant à un fruit de $\frac{1}{10}$..	4,955 h^2	131.03	183.95	396.98	690.57	1,064.76
5	Murs pleins avec fruit extérieur de $\frac{1}{10}$....	5,112 h^2	132.16	187.31	411.38	722.21	1,119.95
6	Murs sans fruit avec contre-forts intérieurs à base rectangulaire, l'épaisseur du masque étant $\frac{h}{6}$..............................	5,132 h^2	132.40	188.06	413.08	725.59	1,125.62
7	Mur sans fruit avec contre-forts intérieurs et voûtes, l'épaisseur du masque étant $\frac{h}{6}$....	5,253 h^2	135.32	192.22	425.23	743.16	1,148.50
8	Murs pleins avec retraites intérieures.......	5,305 h^2	137.05	194.47	427.01	749.53	1,162.18
9	Murs sans fruit avec contre-forts intérieurs à base circulaire, l'épaisseur du masque étant $\frac{h}{5}$..............................	5,598 h^2	153.72	205.91	437.72	780.61	1,192.63
10	Murs sans fruit, avec contre-forts intérieurs et voûtes, la saillie des contre-forts étant 1 mètre..........................	5,713 h^2	152.34	205.87	450.16	809.12	1,254.9[illegible]
11	Murs pleins avec fruit intérieur de $\frac{1}{10}$....	5,933 h^2	152.73	217.04	477.99	840.42	1,304.54
12	Mur vertical type avec une épaisseur de 0.30 h..............................	5,970 h^2	153.73	218.49	480.83	845.22	1,311.68

On voit que le classement des systèmes de murs est le même dans ce tableau que dans le précédent : seulement le rapport entre le prix de revient de chacun d'eux et celui du mur-type a un peu changé.

Il suit de là que les conclusions que nous avons tirées du tableau XVII restent applicables à celui-ci.

Rappelons encore que dans l'évaluation du cube de maçonnerie et du prix de revient des murs nous n'avons pas fait figurer leurs fondations : nous avons dû ne comparer les murs qu'au-dessus des fondations, car il y a là un élément variable dépendant de la nature du terrain et dont on doit faire abstraction dans un travail de comparaison comme celui-ci.

Résumé et Conclusions.

La conclusion générale qui ressort de ce qui précède est que le mur vertical type dont l'épaisseur est égale aux 0,30 de la hauteur, est le plus coûteux de tous les murs de soutènement que l'on puisse établir, et qu'il est toujours possible de lui substituer des murs qui, à stabilité égale, réalisent sur lui une économie qui peut s'élever jusqu'à près d'un tiers.

Il nous reste à établir que les onze systèmes de murs compris dans les deux derniers tableaux et qui ont une stabilité égale, au point de vue du renversement autour de l'arête extérieure A de la base, présentent une résistance suffisante au glissement sur leurs fondations. Or ce point sera établi si nous faisons voir que le mur n° 1 qui présente le plus petit cube, et partant le plus petit poids, peut résister au glissement.

Ce mur cubant $0{,}208\,h^2$ pèsera $2{,}200^k \times 0{,}208\,h^2$, et sa résistance au glissement sera :

$$0{,}76 \times 2{,}200 \times 0{,}208\,h^2 = 347{,}78\,h^2.$$

La force qui sollicite le mur au glissement n'est autre que la poussée horizontale Q des terres, laquelle a pour valeur, ainsi qu'on l'a vu plus haut,

$$Q = 150\,h^2.$$

La résistance au glissement est donc plus de deux fois supérieure à la poussée, d'où il résulte bien que tous les murs calculés précédemment offrent toutes les conditions voulues de stabilité.

I. Tout ce qui précède repose expressément sur ces conditions : que l'angle naturel des terres avec la verticale est de 46° 50′, et que tous les systèmes de murs présentent la même stabilité que le mur vertical type dont l'épaisseur est les 0,30 de la hauteur, sachant d'ailleurs que le moment de résistance de ce mur type est double du moment de poussée.

Nous répétons ici que cet angle de 46° 50′ est l'angle moyen de glissement, et que, dans la grande majorité des cas, c'est de cet angle que partent les constructeurs pour déterminer les dimensions d'un mur de soutènement. On peut donc considérer les formules auxquelles nous sommes arrivés dans cette note, comme applicables dans tous les cas où l'on peut adopter le mur-type.

Il est toutefois des circonstances où les terres sont, par elles-mêmes, assez fortes et assez consistantes pour que l'angle de glissement soit sensiblement plus faible que l'angle moyen de 46° 50′, et pour que le moment de la poussée soit dès lors bien plus faible que celui que nous avons considéré. Dans ce cas, il y a tout avantage à tenir compte de cet angle pour diminuer les dimensions du mur; mais il est prudent de toujours partir de cette condition fondamentale, que le moment de résistance du mur soit double du moment de poussée.

Supposons par exemple que l'on ait à établir un mur plein avec un fruit extérieur de $\frac{1}{10}$ pour soutenir des terres dont l'angle du talus naturel avec la verticale serait de 35 degrés.

La poussée horizontale donnée par la formule

$$Q = \frac{ph^2}{2} \operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} \alpha$$

deviendra, sachant que $\operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} \alpha = 0{,}0994$, soit 0,10,

$$Q = \frac{1{,}600\, h^2}{2} \times 0{,}10 = 80\, h^2.$$

Le moment de poussée sera dès lors

$$\mu = 80\, h^2 \times \frac{h}{3} = \frac{80\, h^3}{3}.$$

Si l'on appelle x l'épaisseur du mur au sommet, son moment de résistance sera

$$\mu' = \left\{ hx \left(\frac{x}{2} + \frac{h}{10} \right) + \left(\frac{h^2}{10} \times \frac{2h}{30} \right) \right\} 2{,}200^k$$

$$= \left\{ \frac{hx^2}{2} + \frac{h^2 x}{10} + \frac{h^3}{300} \right\} 2{,}200.$$

Égalant ce moment au double du moment de poussée, on aura l'équation

$$2{,}200 \left(\frac{hx^2}{2} + \frac{h^2 x}{10} + \frac{h^3}{300} \right) = \frac{160\, h^3}{3}.$$

Résolvant cette équation on en tire, pour la valeur de x,

$$x = 0{,}128\, h.$$

Le cube de ce mur, par mètre courant, sera

$$V = 0{,}178\, h^2.$$

Or, nous avons trouvé qu'un mur plein avec fruit extérieur de $\frac{1}{10}$, soutenant des terres dont l'angle de glissement est de 46° 50′, cube $0{,}256\, h^2$ par mètre courant. On voit donc qu'en tenant compte de l'angle, l'économie qu'on réalise est de $\frac{0{,}256 - 0{,}178}{0{,}256} = \frac{1}{3{,}3}$; aussi est-il toujours important de déterminer l'angle du talus naturel des terres avec la verticale, et de partir de cet angle pour calculer les dimensions des murs, surtout lorsqu'ils atteignent une grande hauteur et une grande longueur.

II. Si le mur, au lieu de soutenir des terres, devait soutenir *de l'eau*, il faudrait introduire dans l'expression de la poussée cette condition nouvelle, que la cohésion et le frottement sont nuls; en posant l'angle α égal à 90°, ou $\operatorname{tang} \frac{1}{2} \alpha = 1$.

Dans ce cas, la valeur de la poussée horizontale de l'eau contre le mur deviendra

$$Q = \frac{ph^2}{2},$$

p étant le poids du mètre cube d'eau, c'est-à-dire 1,000 kilog., et le moment de poussée devient

$$\mu = \frac{ph^2}{2} \times \frac{h}{3} = \frac{ph^3}{3} = 333\, h^3.$$

On déterminerait de même les dimensions du mur en égalant son moment de résistance au double du moment de poussée.

III. Nous avons fait abstraction des fondations, et en effet, ces dernières étant supposées solidement établies, le calcul des dimensions du mur en est complétement indépendant; mais elles n'en jouent pas moins un rôle extrêmement important dans la stabilité des murs : elles en sont une des plus sérieuses garanties, et à ce point de vue on ne saurait apporter trop de soin à leur bonne exécution.

Il est nécessaire que ces fondations offrent au mur une base incompressible, car le renversement autour de l'arête extérieure de la base se fera d'autant plus facilement que la fondation sera plus compressible. Or les formules à l'aide desquelles on calcule les murs de soutènement *supposent toutes que les fondations sont incompressibles.*

Le moindre mouvement dans la fondation entraîne un mouvement correspondant du mur, mouvement qui sera d'autant plus sensible que le mur aura plus de hauteur. On a ainsi reconnu maintes fois que des hors-d'aplomb dans les murs, faussement attribués à des dimensions insuffisantes, n'avaient pas d'autre cause que des tassements inégaux dus au défaut de soins dans les fondations.

Aussi les constructeurs ne sauraient-ils apporter trop de soins dans cette partie importante des murs de soutènement.

IV. Lorsque les murs ont une longueur un peu considérable, il est d'une bonne construction d'établir de place en place des *chaînes verticales* en pierre de taille, qui ont l'avantage de donner à la maçonnerie plus de stabilité et de résistance aux points où elles se trouvent. Dans les murs des quais de Paris, on a placé de ces chaînes en les espaçant moyennement de 5 à 6 mètres.

V. Lorsque les terres à soutenir sont aquifères, il faut avoir soin de donner un écoulement à l'eau qui s'accumule derrière le mur. On y parvient au moyen de *barbacanes* en fonte ou simplement en maçonnerie, plus ou moins multipliées, suivant l'abondance de l'eau à évacuer. Elles se placent à toutes hauteurs dans le mur; mais de préférence à la partie inférieure, et, pour empêcher leur obstruction par les terres, on dispose autour d'elles, derrière le mur, un bourrelet en pierre sèche (1).

AVANTAGES SPÉCIAUX DES MURS DE SOUTÈNEMENT COURBES.

Pl. 26. — Fig. 3, 4, 5 et 6.

Nous terminerons ce que nous avions à dire des murs de soutènement, en faisant une mention spéciale des *types à profils courbes*, représentés par les figures 3 à 6, et en les recommandant vivement à l'attention des ingénieurs, car ils sont encore très-peu usités en France, et cependant les Allemands, les Anglais et les Américains les emploient avec une grande prédilection.

Il suffit, en effet, de voir les profils naturels d'éboulement, ou, si l'on veut, d'équilibre stable après l'éboulement, que prennent les terres dans les montagnes, les vallées, les dunes, les berges des fleuves, les bords de la mer, partout enfin où l'action naturelle du temps vient régler la forme durable des surfaces, pour voir que tous ces profils sont plutôt courbes et concaves que rectilignes, et que le profil des vallées et des montagnes, par exemple, est toujours une sorte de *parabole* adoucie, où les faîtes sont relevés suivant un angle plus fort que les parties inférieures.

C'est donc en donnant au revêtement d'une masse de terre cette forme courbe naturelle qu'on aura à combattre le minimum d'effort provenant du poids et de la tendance au glissement des terres.

Si, au lieu d'un simple revêtement de garantie, on veut soutenir les terres suivant un profil plus raide que le profil de stabilité libre, le même principe produira encore l'économie relative, car le *supplément d'effort*, dans le cas d'un profil pareil, sera moindre encore dans les cas de formes paraboliques que dans le cas d'une pure et simple ligne droite.

En résumé, les profils qui nous paraissent les plus économiques sont ceux que l'on pourrait appeler *en parabole renversée*, c'est-à-dire une courbe parabolique à la base, se transformant graduellement en une ligne droite, ayant un fruit déterminé à la partie supérieure du mur.

---

(1) Pour plus de détails sur la question, nos lecteurs pourront consulter les *Annales de la Construction* de 1865 : *Étude générale sur les murs de soutènement;* et les ouvrages de VAUBAN, BELIDOR, GAUTHEY, NAVIER, etc.

Dans le cas d'un mur de quai, par exemple, ou d'une levée en terre traversant une ville, ou longeant un faubourg, on pourra adopter avec avantage (et nous en avons reconnu l'économie dans plusieurs applications isolées) un profil mixte composé, 1° d'une parabole inverse, pour les deux tiers inférieurs du mur de soutènement, et 2° une oblique se raccordant tangentiellement avec la branche de parabole, pour le tiers ou le quart supérieur du profil.

TYPES DES MURS DE SOUTÈNEMENT DE LA LIGNE DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

Pl. 26. — Fig. 7, Nos 1 à 5.

Les parements de ces divers ouvrages, au-dessus des fondations, sont exécutés en moellons de 0m,33 de queue moyenne et rejointoyés avec soin.

La chape, dont l'inclinaison est de 0m,20 par mètre, a été construite avec deux couches de béton, l'une de 0m,06 d'épaisseur et l'autre de 0m,03. Le béton est recouvert par une couche d'asphalte de 0m,01. Chaque mur est muni, de 4 en 4 mètres, d'une gargouille en fonte de 0m,12 de diamètre, inclinée de 0m,20 par mètre, et armée d'un chapeau percé de trous de 0m,01 de diamètre pour l'écoulement des eaux.

Le tableau suivant présente pour chaque type le détail de la hauteur du mur au-dessus des fondations, ainsi que celui du métré par mètre courant.

TYPES		HAUTEUR DU MUR AU-DESSUS DES FONDATIONS.					MÉTRÉ PAR MÈTRE COURANT DE MUR.			
Nos d'ordre.	Hauteur du remblai, ballast non compris, de la ligne du terrain naturel à la ligne rouge auquel il s'applique.	Remblai.	Ballast.	Ballast au-dessous du couronnement.	Couronnement.	Ensemble.	Surface de fondation	Cube de la maçonnerie ordinaire au-dessus des fondations.	Surface de chape.	Cube du couronnement en pierre de taille
	m. m.	m.	m.	m.	m.	m.	m	m. c.	m.	m. c.
1	0.00 à 1.00	1.00	0.60	0.066	0.40	2.066	0.66	0.736	0.00	0.252
2	1.00 à 2.00	2.00	0.60	0.066	0.40	2.066	0.95	1.76	0.29	0.252
3	2.00 à 3.00	3.00	0.60	0.066	0.40	4.066	1.26	3.26	0.54	0.252
4	3.00 à 4.50	4.50	0.60	0.066	0.40	5.566	1.82	6.97	1.03	0.252
5	4.50 à 6.00	6.00	0.60	0.066	0.40	7.066	2.32	12.20	1.53	0.252
6	6.00 à 7.50	7.50	0.60	0.066	0.40	8.566	2.82	18.68	2.03	0.252
7	7.50 à 10.00	10.00	0.60	0.066	0.40	11.066	3.47	31.15	2.65	0.252
			Ensemble 1m.06							

§ 4. — SÉRIE DES PRIX DES JOURNÉES, MATÉRIAUX ET TRAVAUX

RELATIFS AUX TERRASSEMENTS ET OUVRAGES D'ART.

Pour terminer ce chapitre, nous allons indiquer ici les prix *élémentaires* de la *main-d'œuvre*, des *transports* et des *travaux complets* de terrassement, et d'ouvrages d'art courants, etc.

Nous la compléterons par quelques autres prix utiles à connaître, afin de n'avoir pas à y revenir dans les sections postérieures, et n'avoir plus à donner que les prix des travaux complets de chaque espèce.

1re SECTION. — **Journées de travail.**

1. Manœuvre, ou homme de peine.................. 2fr. » à 3fr. »
2. Piocheur ou pelleur.......................... 2. 50 à 3. 50
3. Rouleur ou pilonneur......................... 2. 25 à 3. 50
4. Tailleur de pierres.......................... 4. 50 à 5. 50
5. Poseur....................................... 5. » à 6. »
6. Contre-poseur................................ 3. 50 à 4. 50

7. Ficheur .... 3fr.50 à 4fr.50
8. Bardeur .... 3. 50 à 4. »
9. Maçon .... 4. » à 5. 50
10. Garçon-maçon .... 2. 50 à 3. 50
11. Limousin .... 3. 50 à 4. 75

(Pour les autres prix de main-d'œuvre, voir notre *Agenda* annuel.)

2e SECTION. — **Transports.**

12. Brouette.

$$x = \frac{2pD}{1000}\ ;\ x = \text{prix du mètre cube transporté;}$$

p = prix de la journée;
D = distance (limite, 98m).

La formule donne :

$$x = 0.12 \text{ pour } D = 30,\ p = 2.$$

13. Tombereau.

$$x = \frac{P(2D+d)}{L.C}\ ;\ x = \text{prix du mètre.}$$

P = journée de voiture.
D = distance.
d = distance représentative des temps perdus.
L = parcours journalier de la voiture, supposé continu.
C = cube du chargement.

14. Location d'un cheval .... 3fr.50 à 4fr »
15. Location d'un tombereau .... 0 75 à 1 »

16. Wagon de terrassement. Soit :

$$x = \frac{L+8}{V} \times 200^{t} + 0.25 + 0.45D \times 2DI \text{ pour les voies ayant déjà servi.}$$

$$x = \frac{L+8}{V} \times 250^{T} + 0.25 + 0.45D + 2DI \text{ pour les voies neuves.}$$

x = prix du mètre cube transporté.
L = longueur cumulée du déblai et remblai (en hectomètres).
V = volume total à exploiter avec les mêmes voies.
D = distance horizontale des centres de gravité du déblai et du remblai (en hectomètres).
I = inclinaison moyenne par mètre des voies posées (+ pour les rampes, — pour les pentes).

Prix du mètre linéaire de voie, pour location, pose, dépose, transport et dépréciation .... 6fr.50 à 8fr.50
17. Routes (roulage ordinaire par tonne et par kilom.) 0. 18 à 0. 25
18. Routes (roulage accéléré), par kilom .... 0. 30 à 0. 50
19. Chemins de fer (grande vitesse) .... 0. 05 à 0. 07
20. Chemins de fer (petite vitesse) .... 0. 025 à 0. 05
21. Canaux .... 0. 62 à 0. 04
22. Rivières .... 0. 01 à 0. 03

Dépense pour le transport d'un mètre cube de terre ou de ballast pesant 1,600 kilogrammes.

ÉTAT COMPARATIF DES DIFFÉRENTS MODES DE TRANSPORT, DANS LEQUEL ON FAIT D = 100 MÈTRES.

Dressé par M. B. M. BRABANT.

(*Nouveau Portefeuille des Ingénieurs*, par M. PERDONNET).

DISTANCE DU TRANSPORT.	MODE DE TRANSPORT.										
	A LA BROUETTE.	A DOS DE MULET.	SUR ROUTE.		VOIES PROVIS. Volume de 100,000 m. avec wagons de terrassement.		CHEMIN DE FER. Volume de 20,000 m. avec locomotives vitesse : 25 kilomètres à l'heure.			COURS D'EAU.	
			Au camion traîné par des hommes.	Au tombereau traîné par des chevaux.	Chevaux au pas.	Locomotive 12 kilomètres à l'heure.	Tous frais compris.	Non compris la dépense des voies.	Dépenses des véhicules seulement.	Grand bateau de 38 mètres cubes à un cheval.	Petit bateau de 2 mètres cubes à un homme.
Formules.	0.450 D	0.20 + 0.25 D	0.10 + 0.25 D	0.30 + 0.12 D	0.50 + 0.045 D	0.56 + 0.036 D	0.45 + 0.01 D	0.45 + 0.005 D	0.28 + 0.025 D	0.24 + 0.004 D	0.08 + 0.008 D
mèt.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
10	0,045	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
20	0,090	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
30	0,135	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
40	0,180	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
50	0,225	0,325	0,225	»	»	»	»	»	»	»	»
100	0,450	0,450	0,350	0,420	0,545	0,596	0,460	0,455	0,205	0,244	0,088
140	0,630	0,550	0,450	0,468	0,563	0,610	0,464	0,457	0,207	0,246	0,091
160	0,720	0,600	0,500	0,492	0,572	0,618	0,466	0,458	0,208	0,246	0,093
200	0,900	0,700	0,600	0,540	0,590	0,632	0,470	0,460	0,210	0,248	0,096
300	»	0,930	0,850	0,660	0,636	0,668	0,480	0,465	0,215	0,252	0,104
500	»	1,450	1,350	0,900	0,725	0,740	0,500	0,475	0,225	0,260	0,120
800	»	2,200	2,100	1,260	0,860	0,848	0,530	0,490	0,240	0,272	0,144
1,000	»	2,700	2,600	1,500	0,950	0,920	0,550	0,500	0,250	0,280	0,160
1,100	»	»	»	1,620	0,995	0,956	0,560	0,505	0,255	0,284	0,168
1,200	»	»	»	1,740	1,040	0,992	0,570	0,510	0,260	0,288	0,176
1,300	»	»	»	1,860	1,085	1,028	0,580	0,515	0,265	0,292	0,184
1,400	»	»	»	1,980	1,130	1,064	0,590	0,520	0,270	0,296	0,192
1,500	»	»	»	2,100	1,175	1,100	0,600	0,525	0,275	0,300	0,200
1,600	»	»	»	2,220	1,220	1,136	0,610	0,530	0,280	0,304	0,208
1,700	»	»	»	2,340	1,265	1,172	0,620	0,535	0,285	0,308	0,216
1,800	»	»	»	2,460	1,310	1,208	0,630	0,540	0,290	0,312	0,224
1,900	»	»	»	2,580	1,355	1,244	0,640	0,545	0,295	0,316	0,232
2,000	»	»	»	2,700	1,400	1,280	0,650	0,550	0,300	0,320	0,240

MOYENNES :

1° Voici les divers prix de revient *par mètre courant* pour les travaux d'art et de terrassement de divers chemins de fer.

Chemin de Saint-Étienne à Lyon.............................. 96 fr.
— d'Andrézieux à Rouanne.............................. 36
— de Manchester à Liverpool.............................. 192
— d'Anvers à Bruxelles et Terremonde.................. 26
— de la Providence à Stonington........................ 35
— d'Amboy à Camden.............................. 30

3e SECTION. — **Prix moyens des terrassements.**

Quant au prix moyen des terrassements proprement dits, il a beaucoup varié d'une ligne à l'autre, et il tend à augmenter sensiblement aujourd'hui, à cause de l'accroissement des prix de la main-d'œuvre. On peut les indiquer à peu près comme il suit, par *mètre cube moyen :*

Paris au Havre	2fr. » à 2fr.75
Paris à Orléans	1. 50 à 2. »
Paris à Lyon	1. 25 à 1. 75
Midi	1. 30 à 1. 70
Chemin de fer de Ceinture	2. » à 3. 50
Tracés en roches (*mine*)	3. » à 4. 50
Chemins de fer d'Alsace	0. 75 à 1. 25
Chemins Belges (anciens)	0. 76 à 1. 25

Aujourd'hui, nous le répétons, ces derniers prix moyens ne seraient plus possibles, même en Belgique.

En *petites quantités* on doit compter, comme prix élémentaires :

1me de déblai pour fouille et transport	2fr.30
1me remblai, compris transport	2. »

Pour des quantités considérables, et au wagon, on peut admettre une réduction de 15 0/0 à 30 0/0 suivant les conditions de l'entreprise.

4e SECTION. — A. **Prix des acquisitions de terrains**

Du chemin de fer de l'Ouest.

La surface totale des terrains acquis pour l'établissement du chemin de fer de l'Ouest s'élève à 459 hectares, entre la Loupe et le département de la Mayenne.

Après l'achèvement des travaux, 14 hectares recouverts par des cavaliers de dépôts, ou ayant servi comme chambres d'emprunt, ont été rendus à l'administration des domaines.

Restent 445 hectares pour l'emplacement définitif de la voie et de sa dépendance utile.

Ces 445 hectares, correspondant à une longueur totale de 132 kilomètres, représentent une largeur moyenne de 33m,71 pour le chemin de fer proprement dit et pour toutes les gares, stations, etc.

La dépense totale pour ces acquisitions de terrains et pour les indemnités accessoires, s'est élevée à 3.094.100 fr. 55.

Ce chiffre se répartit comme il suit entre les trois parties du chemin :

1re partie. De la Loupe à la limite de l'Orne et de la Sarthe	890.021fr.16
2e partie. De cette limite au Mans	1.296.610. 86
3e partie. Du Mans à la limite de la Mayenne	907.509. 53
Total	3.094.100, 55

Ce qui ramène le prix moyen de l'hectare, tout compris, pour les 132 kilomètres, à 6.953 fr. 03, soit environ sept mille francs.

Ou bien encore, par mètre courant de chemin, une dépense moyenne de vingt-trois francs 44 centimes.

Si l'on établit le chiffre en détail pour chacune des parties du chemin de fer, on obtient pour prix de l'hectare :

1° Dans l'Eure-et-Loir et l'Orne	6.357fr 28
2° Dans la Sarthe, avant le Mans, la gare de cette ville comprise	8.103. 56
3° Dans la Sarthe au-delà du Mans	6.258. 68

Et pour le prix par mètre courant de terrains et d'indemnité :

24fr.05
25. 42
20. 62

B. Prix des acquisitions de terrains

Sur différentes autres lignes de chemins de fer.

Sur la ligne d'Orléans, la largeur moyenne du terrain occupé par le chemin de fer était de 42 mètres (Jullien, 1844).

Le prix moyen par hectare, hors Paris et les gares d'Ivry et de Corbeil, était de 7.436 fr.

Voici les prix par mètre courant pour les terrains et indemnités accessoires pour les différentes autres lignes de France.

Prix des terrains par mètre courant du tracé.

Rouen au Havre	103fr 28
Paris à Lyon	79. 48
Saint-Étienne	76. 82
Lyon-Avignon	72. 65
Paris à Strasbourg	57. 43
Nord	47. 28
Gard	19. 05

5e SECTION. — **Prix des matériaux.** (MAI 1871.)

Voici maintenant les prix des matériaux ou objets de divers genres : nous complétons la série par les principaux prix relatifs à tous les autres genres de travaux, pour ne pas avoir à y revenir une deuxième fois.

1.	Terre végétale, le mètre	3fr 75	à	4fr 15
2.	Terreau	6. »		6. 60
3.	Terre glaise	8. »		8. 20
4.	Moellons bruts	5. »		10. »
5.	Meulière	12. »		18. »
6.	Dalles de tonnerre	10. »		12. »
7.	Pavés neufs	16. »		25. »
8.	Pierres cassées	3. »		8. »
9.	Pierres de liais	65. »		110. »
10.	Pierre dure, dite blanc royal et blanc franc	50. »		85. »
11.	Pierres tendres	35. »		40. »
12.	Libages en roches	45. »		55. »
13.	Libages en pierres	35. »		38. »
14.	Brique Bourgogne, le 1000	76. »		
15.	Brique Belge, le 1000	15. »		30. »

16.	Salpêtre (le kilogr.)	6fr.	»	6fr.	50
17.	Sable de rivière (le m. cube)	3.	»	8.	»
18.	Cailloux lavés	0.	05	8.	»
19.	Chaux grasse	40.	»	50.	»
20.	Chaux hydraulique	40.	»	75.	»
21.	Mortier, 1 chaux, 3 sable	20.	»		
22.	Mortier, 2 ciment, 3 sable	80.	»		
23.	Mortier, 1 ciment, 1 sable	100.	»		
24.	Pouzzolanes	40.	»	80.	
25.	Plâtre en poudre (44 sacs au mètre)	20.	»		
26.	Ciment	8.	»	10.	»
27.	Bitume raffiné, les 100 kil	35.	»	40.	»
28.	Mastic d'asphalte, les 100 kilog	6.	»	12.	»
29.	Chêne équarri	75.	»	110.	»
30.	Sapin équarri	60.	»	75.	»
31.	Fers ronds, carrés, plats, etc	30.	»	55.	»
32.	Fers spéciaux	32.	»	42.	»
33.	Fers à moulures	50.	»	60.	»
34.	Tôle à la houille	38.	»	50.	»
35.	Tôle au bois	45.	»	59.	»
36.	Rails pour chemins de fer	32.	»	37.	»
37.	Fers en œuvre pour ponts et travaux divers.	75.	»	110.	»
38.	Fers en œuvre pour garde-corps	75.	»	100.	»
39.	Fontes brutes	15.	»	20.	»
40.	Fontes en œuvre	25.	»	45.	»
41.	Cuivre jaune, le kilog. brut	2.	50	3.	»
42.	Cuivre rouge, le kilog. brut	3.	»	3.	50
43.	Bronze, le kilog. brut ou en œuvre	5.	»	30.	»
44.	Galvanisation du fer, les 100 kilog	20.	»	25.	»
45.	Plomb, les 100 kilog	70.	»	75.	»
46.	Zinc brut ou en œuvre, les 100 kilog	35.	»	90.	»
47.	Ardoises, le mille	30.	»	45.	»
48.	Tuiles plates	55.	»	90.	»
49.	Blanc de zinc, le kilog	0.	80	0.	90
50.	Céruse, le kilog	0.	85	0.	95
51.	Minium en poudre	0.	88	0.	97

Nous avons, dans tous les prix qui précèdent, admis toujours un écart important entre le minimum et le maximum, parce qu'en réalité il est très-difficile de donner une série des prix unique, et déterminée, sans indiquer la localité où elle doit être applicable, ni la date précise de son adoption (et pour les fers et métaux un intervalle de quinze jours peut être suffisant pour entraîner une variation à considérer).

On comprend bien qu'il faudra toujours, dans un cas particulier quelconque, revoir chiffre par chiffre la série que l'on devra adopter, et nous ne donnons ici tous les chiffres de ce genre qu'à titre de renseignements moyens et approximatifs, pour fixer les nomenclatures, et donner une base de discussion.

6e SECTION. — **Prix des Ouvrages.**

Nos des Articles.	OBJET DES PRIX.	DÉTAIL des FOURNITURES ET MAIN-D'ŒUVRE.	PRIX Élémentaire.	PRIX D'application.
		1° *Terrassements.*	fr. c.	fr. c.
1	Déblais ordinaires chargés en brouette et transportés à un relais, y compris régalage et pilonnage.	Fouille, charge et déchargement d'un mètre cube complet à forfait, à raison de trois hommes pour 15m3 (18)..	0.60	
		Transport à 3m (14)	0.15	
		Régalage : 1/40 de journée de régaleur (1)...........................	0.05	
		Arrosage et pilonnage, 1/8 de journée de manœuvre (3)...............	0.38	
		Total.....	1.18	
		Faux frais et bénéfices 3/20.........	0.18	
		Prix du mètre cube..................	1.36	1.36
2	Déblais ordinaires provenant des fouilles d'un ouvrage d'art, mis en dépôt, puis replacés en remblais au pourtour des maçonneries.	Fouille d'un mètre cube, 1/4 de journée de terrassier ordinaire (3).....	0.75	
		Double chargement en brouette et double déchargement (17)............	0 50	
		Double transport en brouette, à 30m (14)	0.30	
		Reprise au dépôt, 1/20 de journée de manœuvre ordinaire (3)...........	0.15	
		Double régalage au dépôt et autour des maçonneries, 1/20 de journée de régaleur (1)....................	0.10	
		Arrosage et pilonnage..............	0.38	
		Total.....	2.18	
		Faux frais et bénéfices 3/20.........	0.33	
		Prix du mètre cube................	2.51	2.51
3	Ensemencement des talus.	Graine pour un are.................	0.50	
		Main-d'œuvre 1/2 jour. de jardinier (4)	2.25	
		Total.....	2.75	
		Faux frais et bénéfices 3/20....... ..	0.41	
		Prix de l'are.......................	3.16	3.16
		2° *Empierrements et pavages.*		
4	Chaussées empierrées, en gravier ou pierres cassées à l'anneau de 0m.06.	Préparation de la forme de l'empierrement :		
		0,08 de journée de talateur (4)........	0.76	
		1m3,10 de gravier (23)..............	6.60	
		Emmétrage sur la voie : 1/10 de journée de manœuvre (3)............	0.30	
		Répandage, 2 jets de pelle (17)........	0 50	
		Régalage : 1/40 de journée de régaleur (1)............................	0.05	
		Total.....	7.81	
		Faux frais et bénéfice 3/20..........	1.17	
		Prix du mètre cube............. ..	8.98	8.98
5	Pavage avec pavés ordinaires.	1m3,10 de pavés d'échantillon (25). ..	6.60	
		0m3,20 de sable (24).................	1.40	
		Main-d'œuvre : 0,07 de journée d'un maître paveur (5) aidé par un compagnon (4)................... ..	0.67	
		Total.....	8.67	
		Faux frais et bénéfice, 3/20.........	1.30	
		Prix du mètre carré...............	9.97	9.97

Suite de la 6ᵉ SECTION. — **Prix des Ouvrages.**

Nos des Articles.	OBJET DES PRIX.	DÉTAIL des FOURNITURES ET MAIN-D'ŒUVRE.	PRIX Élémentaire.	PRIX D'application.
			fr. c.	fr. c.
6	Pavage en pavés de gros échantillon pour bordures.	1^{m2},10 de pavés de gros échantillon (26)........................	7.15	
		0^{m3},20 de sable (24)...............	1.40	
		Main-d'œuvre (comme précédemment).	0.67	
		Total.....	9.22	
		Faux frais et bénéfice 3/20.........	1.38	
		Prix du mètre carré................	10.60	10.60
		3° *Maçonnerie.*		
7	Maçonnerie de mortier lissé pour chape de 0^{m3},03 d'épaisseur.	0^{m3},036 de mortier avec sable de grès passé à la fine claie, déchet compris (28)...	0.86	
		Nettoyage de la surface d'application, bardage, lissage et toute autre main-d'œuvre : 1/4 de journée de maçon (4)	1.13	
		1/4 de journée de manœuvre (3).....	0.75	
		Total.....	2.74	
		Faux frais et bénéfice 3/20..........	0.41	
		Prix du mètre carré...............	3.15	3.15
8	Maçonnerie de moellons bruts pour remplissage ou parements à joints incertains, avec mortier.	1^{m3},10 de moellons bruts (31)........	4.95	
		0^{m3},40 de mortier de chaux et gros sable de grès (28)..................	9.52	
		Bardage, arrosage, pose, assujettissement et toute main-d'œuvre :		
		2/3 de journée de maçon (4).........	3.00	
		2/3 de journée de manœuvre (3).....	2.00	
		Total.....	19.47	
		Faux frais et bénéfice 3/20..........	2.93	
		Prix du mètre cube................	22.40	22.40
9	Maçonnerie en moellons d'appareil.....................	....	25.00 à	28.00
10	Maçonnerie de pierre de taille avec mortier, non compris la taille des parements vus, des lits et joints, ni le ragrément; mais y compris le jointoiement.	0^{m3},10 de pierre taillée de ** (32)...	38.50	
		0^{m3},10 de mortier (28).............	2.38	
		Pour toute main-d'œuvre :		
		2/5 de journée de poseur (5)........	2.00	
		7/5 de journée de maçon (4)...	6.30	
		1 journée de manœuvre (3)..........	3.00	
		Total.....	52.18	
		Faux frais et bénéfice 3/20..........	7.82	
		Prix du mètre cube................	60.00	60 00
10 *bis.*	Parement de pierre vu.	La taille, etc.......................	2.60	3.90
11	Maçonnerie de brique ordinaire.	Le mètre cube pour murs droits hourdé au mortier ou plâtre suivant les pays..........................	40.00	60.00
12	Maçonnerie de brique pour voûtes.	Le mètre cube.....................	45.00 à	65.00

Suite de la 6e SECTION. — **Prix des Ouvrages.**

Nos des Articles.	OBJET DES PRIX.	DÉTAIL des FOURNITURES ET MAIN-D'ŒUVRE.	PRIX Élémentaire.	PRIX D'application.
		4° *Enduits.*	fr. c.	
13	Crépissage au mortier de chaux hydraulique et de sable de 0m,02 d'épaisseur réduite, en deux couches, la deuxième lissée à la truelle après la prise complète de la première et son lavage préalable.	0m3,03 de mortier, tout déchet compris (28)	0.71	
		0,2 de journée de maçon (4)	0.90	
		Outils, échafaudages, faux frais, etc., 1/5 de la main-d'œuvre	0.18	
		Total	1.79	
		Avance de fonds et bénéfices 1/10	0.18	
		Prix du mètre carré	1.97	1.97
14	Enduit au plâtre	Le mètre carré	3.50	4.00
		5° *Charpenterie.*		
15	Charpente permanente en chêne à vive arête, toutes les faces entièrement lavées à la scie, indépendamment de tout blanchissage à la varlope, mais y compris la mise en place avec assemblages.	0m3,08 de chêne (34)	118.80	
		Bardage, débit, assemblage et toute main-d'œuvre :		
		1 journée de maître charpentier (5)	5.00	
		3 journées de compagnons (4)	13.50	
		1 journée de manœuvre (3)	3.00	
		Total	140.30	
		Faux frais et bénéfices 3/20	21.05	
		Prix du mètre cube	161.35	161.35
16	Charpente provisoire. Cintres et couchis en sapin pour voûtes ayant plus de 4 mètres d'ouverture, les bois étant repris par l'entrepreneur après le décintrement.	0m3,50 de sapin, y compris les dépréciations (35)	35.00	
		Taille, sciage, assemblage, avant la pose :		
		1 journée de maître charpentier (5) et 2 de compagnon	14.00	
		Deux bardages pour l'approche et après le décintrement :		
		1 journée de manœuvre (3)	3.00	
		Façon, levage, assujettissement :		
		0,5 de journée de maître charpentier (5), et de deux manœuvres	5.50	
		Décintrement, 1/5 de journée (5)	2.20	
		Total	59.70	
		Faux frais et bénéfices 3/20	8.96	
		Prix du mètre cube	68.66	68.66
		Etc., etc.		

NOTA.

Tous ces prix sont, on le comprend bien, essentiellement variables suivant les localités, les temps et les circonstances.

Nous ne les indiquons ici qu'à titre de bases, ou de moyennes, pour la disposition des écritures : il nous a paru encore plus utile de les donner sous ces réserves que de n'en publier aucun.

Cette observation s'applique d'ailleurs à tous les prix que nous indiquerons dans ce traité.

CHAPITRE III

OUVRAGES D'ART COURANTS

AQUEDUCS — VANNES — PONCEAUX, ETC.

§ 1er. — AQUEDUCS.

Les ouvrages destinés à faciliter l'écoulement des eaux pluviales, des eaux des ravins, des petits ruisseaux, qu'on rencontre à chaque pas dans les pays traversés, font, en quelque sorte, partie intégrante des terrassements eux-mêmes, et sont généralement attribués à la même entreprise.

Il est très-utile, en effet, de mettre dans la même main l'exécution des nombreux petits ouvrages qui sont nécessaires à la stabilité et à la durée des terrassements, et celle des mouvements de terre eux-mêmes.

Il y a deux raisons majeures pour cela : la première est que l'entrepreneur des terrassements, en faisant ses tranchées, découvre toujours, et exploite en effet, par les déblais mêmes, des carrières de pierre, de sable, de pierre à chaux, de terre à brique, etc., et qu'alors il peut avoir, sur place, bien plus facilement qu'un entrepreneur étranger, les matériaux nécessaires aux ouvrages d'art courants.

La seconde raison, non moins importante au point de vue administratif, consiste dans l'avantage qu'il y a, à donner la responsabilité collective des terrassements, des tranchées d'assainissement, des murs de soutènement et des aqueducs, à la même personne, car tous ces ouvrages sont solidaires et tendent au même but : obtenir une chaussée stable, et à l'abri des éboulements, ou du ravage des eaux, soit pluviales, soit souterraines, soit superficielles et naturelles.

Si l'on en fait deux entreprises distinctes, il y a souvent des causes de rivalité, d'hostilité, et de retards qui proviennent du besoin incessant qu'ont les deux entrepreneurs de se mettre d'accord en temps utile, pour ces passages, les transports, les ouvriers, les matériaux, etc.

A. — AQUEDUCS ÉCONOMIQUES EN POTERIE.

Pl. 27. — Fig 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Le moyen le plus simple et le plus économique de faire passer les eaux sous un remblai est celui employé depuis longtemps par les ponts et chaussées et le service vicinal, pour l'écoulement des rigoles ou caniveaux des routes sous trottoirs, c'est-à-dire l'emploi de tuyaux en poterie ou en fonte, de diamètres variables.

Dans le cas d'un chemin de fer, le remblai devant être traversé à sa base même, il faut des tuyaux plus longs, et aussi d'un diamètre plus fort, parce que la pente étant faible, il faut éviter les engorgements, les végétations parasites, etc.

Les fig. 1 à 6 de la planche 27 représentent un modèle de tuyaux en poterie, du diamètre intérieur de $0^{m}.25$, avec épaisseur de poterie de $0^{m}.025$, qui ont donné d'excellents résultats dans le département de l'Aisne (M. Loraux).

Les tubes partiels ont $0^{m}.383$ de longueur totale, et $0^{m}.33$ de période (trois par mètre courant). Cette dimension en facilite le transport et la cuisson, car s'ils étaient trop longs d'une pièce, ils deviendraient plus lourds et plus fragiles.

Aux deux extrémités sont des buses, à ouverture inclinée suivant la pente des talus ou à peu près. Ces pièces extrêmes ont $0^{m}.45$ de longueur totale.

Le prix du mètre courant des tubes varie suivant leur diamètre, il est de :

Diamètres.	Prix du mètre.
$0^{m}.20$	4 fr.
$0^{m}.25$	5 fr.
$0^{m}.30$	6 fr.

Le prix des têtes est également variable : il y a trois échantillons différents :

Le 1er échantillon coûte.................................. 4 fr. la pièce.
Le 2e — .... 5 fr. —
Le 3e — .... 6 fr. —

Un aqueduc de 8 mètres de longueur, de l'échantillon moyen représenté par la planche, coûte ainsi : 50 fr. C'est très-peu de chose, comparativement aux prix que l'on verra plus loin pour les dallages les plus modestes, de $0^m.50$, $0^m.60$ et 1^m, et qui sont toujours au moins de 300, 400 ou 500 francs.

B. — VANNES, EN FONTE, POTERIE OU CIMENT AVEC FERMETURE.

Pl. 27. — Fig. 7 à 10.

Lorsque l'on veut pouvoir, à volonté, arrêter ou rendre libre l'écoulement des eaux, il faut adapter à l'entrée du conduit, en amont, une *vanne*, qui peut se manœuvrer, à volonté, *a*) par le moyen d'une crémaillère à engrenage, *b*) par une chaîne à treuil, *c*) par une vis à écrou horizontal muni de poignées, ainsi que le représente la fig. 10.

Ce dernier système a été appliqué sur la ligne de Barbezieux à Chateauneuf :

La vanne, complète, avec le conduit en ciment, de 3c d'épaisseur, et les abords, coûte 177 fr. 50 (M. HUGUET, ingénieur en chef, directeur).

C. — DALLAGES.

Pl. 27. — Fig. 6.

Après les conduits circulaires ou tuyaux, on emploie le plus économiquement, des *dallages* ou *dalots*, composés de deux murettes verticales en moellons ou en briques, espacées de $0^m.50$, — $0^m.60$, — $0^m.70$, — $0^m.80$, — $0^m.90$.

On ne va guère au delà de $0^m.90$, et encore, dans ce cas, faut-il qu'il existe dans le pays, et en quelque sorte à pied d'œuvre, des pierres de libage d'une dimension exceptionnelle.

Il vaut mieux, dès que l'on veut une section totale en largeur, dépassant $0^m.70$, par exemple, faire deux ou plusieurs dalots parallèles, comme l'indique la figure 14.

Devis d'un Dalot de $0^m,60$ d'ouverture.

INDICATION DES OUVRAGES.	QUANTITÉS.	PRIX.	SOMMES.
UNE TÊTE.		fr.	fr.
Maçonnerie de béton pour fondation..........	1.00	22.08	22.08
Id. d'appareil..........................	0.45	28.00	12.50
Id. de parement......................	0.62	28.00	17.36
Id. de remplissage....................	0.30	22.40	6.72
Parement de pierre..........................	3.08	3.00	9.04
	»	»	67.70
UNE AUTRE SEMBLABLE.			
Détail pour $1^m,00$ de largeur entre les têtes.			
Maçonnerie de béton pour fondation..........	0.43	22.08	9.49
Id. d'appareil..........................	0.27	28.00	7.50
Id. de parement......................	0.48	28.00	13.44
Id. de remplissage....................	0.32	22.40	7.16
Taille de parement de pierre................	0.60	3.00	1.80
Total..............	»	»	164.73

D. — PONCEAUX.

Les figures 17 (pl. 27) et 18 (id.) représentent les dispositions habituelles des Ponceaux de $1^m.00$, — $2^m.00$, — $3^m.00$ d'ouverture. Il est inutile de les décrire en détail.

Devis d'un Ponceau de $0^m,60$.

INDICATION DES OUVRAGES.	QUANTITÉS.	PRIX.	SOMMES.
UNE TÊTE.		fr.	fr.
Maçonnerie de béton pour fondation........	2.05	22.08	45.26
Id. d'appareil........................	0.61	28.00	17.08
Id. de parement....................	1.41	28.00	39.48
Id. de remplissage..................	1.42	22.40	31.80
Id. de béton pour chape.............	1.05	30.00	31.50
Taille de parement de pierre................	4.45	6.00	13.35
	»	»	178.47
UNE AUTRE SEMBLABLE.			
Détail pour $1^m,00$ de largeur entre les têtes.			
Maçonnerie de béton pour fondation..........	0.45	22.08	9.93
Id. d'appareil........................	»	»	»
Id. de parement....................	0.76	28.00	21.28
Id. de remplissage..................	0.54	22.40	13.09
Id. de béton pour chape.............	2.63	30 00	78.90
Total.............	»	»	480.14

Métré d'un Ponceau de 3^m d'ouverture, sans remblai.

HAUTEUR DE LA PLATE-FORME AU-DESSUS DE LA FONDATION, 3^m.	Longueur.	Largeur.	Hauteur.	CUBES partiels.	CUBES totaux.
Fondation d'une culée........................	8.10	1.00	1.00	8.10	16.20
Une semblable..........................	»	»	»	8.10	
Fondation d'un mur en retour. 1re partie..	0.90	1.00	1.00	0.90	2.47
Fondation d'un mur en retour. 2e partie...	2.25	0.70	1.00	1.57	
Trois semblables..........................	»	»	»	»	7.41
Élévation d'une culée........................	8.00	0.90	1.05	7.56	15.12
Une semblable..........................	»	»	»	7.56	
Voûte entre les têtes..........................	6.20	section.	$3^{m2},47$		21.51
Une tête de la voûte..........................	4.80	0.90	1.95	8.42	5,24
A déduire le vide..........................	$\frac{3.14 \times 1.50}{2}$	1.50	0.90	3.18	
Une semblable..........................	»	»	»	»	5.24
Élévation d'un mur en retour. 1re partie...	0.90	0.90	3.00	2.43	5.07
Élévation d'un mur en retour. 2e partie....	2.20	0.60	2.00	2.64	
Trois semblables..........................	»	»	»	»	15.21
Plinthe..........................	11.00	0.60	0.50	3.30	6.60
Une semblable..........................	»	»	»	3.30	
Un parapet. Partie circulaire..............	$\frac{3.14 \times 1.60}{4}$	0.40	0 30	0.15	2.55
Un parapet. Une semblable..............	»	»	»	0.15	
Un parapet. Partie droite..............	9.40	0.30	0.80	2.25	
Un semblable..........................	»	»	»	»	2.55
Radier..........................	6.90	2.90	0.30	6.00	9.14
Un mur de garde..........................	2.90	0.60	0.90	1.57	
Un semblable..........................	»	»	»	1.57	
					114.31

Prix totaux de divers Types d'Aqueducs et Ponceaux.

Voici encore, pour fixer les idées, quelques prix de revient d'aqueducs et ponceaux, que nous extrayons de l'atlas publié par M. E. Villevert, ingénieur civil, sous le titre :

Construction des Travaux d'art des Chemins de fer.

Chez Dunod, éditeur. Paris, 1866.

DÉSIGNATION DES TYPES.	DÉPENSES (1).
Aqueduc plein cintre de 0m,50 d'ouverture à berges basses, pour 2 voies..	690f 00
Aqueduc plein cintre de 0m,50 d'ouverture à berges hautes, pour 2 voies..	860.00
Aqueduc de 0m50 d'ouverture à dalles, berges basses, pour 2 voies........	568.12
Aqueduc de 0m,50 d'ouverture, à plancher, berges basses, pour 2 voies....	593.61
Aqueduc de 0m,70 d'ouverture, plein cintre, berges hautes, pour 2 voies..	830.00
Aqueduc de 0m,70 d'ouverture, plein cintre, berges hautes, pour 2 voies..	1,000.00
Aqueduc à dalles de 0m,70 d'ouverture, berges basses, pour 2 voies.......	736.00
Aqueduc à plancher de 0m,70 d'ouverture, berges basses, pour 2 voies.....	650.00
Aqueduc de 1m,00 d'ouverture, plein cintre, berges basses, pour 2 voies...	1,000.00
Aqueduc de 1m,00 d'ouverture, plein cintre, berges hautes, pour 2 voies...	1,500.00
Aqueduc de 1m,00 d'ouverture disposé pour passage de piétons pour 2 voies.	1,725.00
Aqueduc de 1m,00 d'ouverture à dalles, berges basses, pour 2 voies.......	662.00
Aqueduc de 1m,00 d'ouverture à dalles, berges hautes, pour 2 voies.......	864.00
Aqueduc de 1m,00 d'ouverture, berges hautes et berges basses, pour 2 voies.	2,250.00
Aqueduc de 2m,00 d'ouverture, pour passage de piétons, pour 2 voies.....	2,940.00
Aqueduc de 2m,00 d'ouverture surbaissé au quart à puisard, tête aval en déblai, pour 2 voies..	2,480.00
Aqueduc de 2m,00 d'ouverture surbaissé au quart, à puisard, tête aval en remblai pour 2 voies..	2,370.00
Aqueduc de 2m,00 d'ouverture avec poutres en tôle, à puisard, pour 2 voies.	2,900.00
Aqueduc de 2m,00 d'ouverture avec poutres en tôle disposé pour passage de piétons avec murs en retour et mur en aile pour une voie..........	2,100.00

NOTA.

(1) Les dépenses des déblais et fondations ne sont pas comprises dans les estimations ci-après.

CINQUIEME SECTION

PONTS ET VIADUCS

CHAPITRE I

PONTS PROPREMENT DITS

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Ponts en bois.

Les ponts, passages en dessus ou en dessous et viaducs sont de différentes espèces : on distingue les ponts en bois, en pierre ou en briques, en fonte et en fer forgé ou en tôle.

Les ponts ou viaducs en bois sont généralement les plus économiques de construction ; mais comme ils sont aussi les moins durables, ils nécessitent un entretien très-coûteux.

Sur les grandes lignes à service très-chargé on les a remplacés successivement par des ponts en maçonnerie ou en métal ; ainsi le pont d'Asnières, celui d'Ilmenau, etc., et un grand nombre de ponts des chemins de fer américains.

Cependant l'emploi des ponts en bois peut être très-avantageux pour les chemins de fer économiques à cause du peu de frais et premier établissement dans les pays où le bois est abondant, car le prix du fer ne cesse d'augmenter, et d'ailleurs rien n'empêche de soulager le bois dans les parties les plus fatiguées du pont en lui adjoignant le fer dans une certaine proportion.

Les ponts en bois peuvent surtout être admis dans le cas des passages en dessus ou en dessous, car alors le bois n'est exposé à aucune humidité.

On peut aussi les employer avec avantage pour le franchissement des vallées profondes où les bois ne sont plus soumis à une atmosphère aussi humide que pour les ponts ordinaires, et de plus parce que les ouvrages en charpente se prêtent à de plus grandes portées, ce qui permet de réduire le nombre des piles dont la hauteur rend la construction fort dispendieuse.

Entretien des ponts en bois. — L'entretien de ces ponts consiste à tenir constamment serrés les boulons et écrous d'assemblage, à donner aux cales, clefs et fers de tirage une tension convenable ; de plus il faut, par des sondages, s'assurer de l'état intérieur des bois.

L'interposition de plaques de zinc entre les faces des joints, en s'opposant à la pénétration des bois, augmente notablement la durée d'un ouvrage en charpente.

Il faut enfin entretenir convenablement la peinture qui protége le bois contre les actions atmosphériques. On donne principalement ces soins aux abouts des pièces que l'on recouvre de couches de goudron.

Ponts en pierre ou en briqués.

Les ponts en pierre ou en briques sont évidemment d'une solidité et d'une durée plus grande. Ils sont, dans un grand nombre de localités, tout aussi économiques, pour des portées modérées, que les ponts en fonte ou en fer.

Mais lorsqu'il s'agit de franchir une rivière de grande largeur ou une vallée, ces ponts deviennent très-coûteux à cause du grand nombre de piles qu'ils nécessitent, et, dans ce cas, le fer ou le bois deviennent bien préférables à cause de la légèreté des constructions faites avec ces matériaux.

De plus ces ponts entraînent de grandes épaisseurs à la clef, ce qui rend souvent leur emploi impossible ; enfin ils deviennent d'une construction très-compliquée dans le cas d'un passage en biais sur une rivière ou une route.

Entretien des ponts en maçonnerie. — Dans ces ouvrages, il faut refaire avec soin les joints et les enduits qui sont tombés par les diverses causes de destruction auxquels ils sont soumis ; on évite souvent ainsi de grandes réparations. On doit surtout surveiller attentivement les abords des ouvrages et assurer aux eaux de la plate-forme et du sol des moyens d'écoulement suffisants, afin d'empêcher qu'il ne se produise des affouillements ou des ramollissements de terrains, qui peuvent occasionner des tassements ou des glissements dangereux.

Les enrochements des piles en rivières dont le sol est affouillable doivent être sondés fréquemment, et nourris pour maintenir leur forme suivant le profil adopté.

Ponts métalliques.

Les ponts en fonte sont souvent économiques; mais la fonte n'offre pas les mêmes garanties de solidité que le fer forgé.

Les grandes pièces de fonte présentent souvent des soufflures qui en altèrent la qualité et dont on ne découvre l'existence que lorsqu'elles viennent à se rompre. Elles sont moins élastiques que celles en fer, et ne se prêtent pas aux épreuves avant leur emploi. Le travail de la fonte n'est pas aussi facile à calculer que celui du fer, et enfin les ponts en fonte n'admettent pas les mêmes portées que ceux en fer.

Ces diverses considérations ont amené la suppression de l'emploi de la fonte, qui n'est plus admise que dans certains cas particuliers, pour de faibles portées et lorsqu'elle présente des conditions d'économie assez sérieuses.

Le principal avantage des ponts en fer ou en tôle rivée est de se prêter à l'emploi de pièces droites, pleines ou évidées, d'une grande longueur et d'une durée considérable. Ces ponts sont, avec les ponts en charpente, les seuls possibles lorsque le débouché doit avoir une hauteur constante, et être d'une grande largeur.

Entretien des ponts métalliques. — Les ponts métalliques, moins susceptibles que les autres ouvrages d'art de subir les influences atmosphériques, nécessitent cependant une surveillance active. C'est surtout par les temps froids que les parties faibles se détériorent ou se rompent ; on redoublera donc, à ce moment, de soin dans la visite des assemblages, des rivets, boulons, tirants, etc.

On observera très-attentivement et en toute saison les effets de la contraction et de la dilatation des poutres, dont on facilitera le glissement sur les appuis en lubréfiant les surfaces de contact, et en dégageant tout ce qui pourrait nuire au libre mouvement des pièces soumises aux variations de température.

La vérification des assemblages se fait en les frappant légèrement avec un marteau ; le son doit être clair si les joints sont en bon état, sinon il faut remplacer sans retard les rivets dont le serrage n'est plus complet et ceux dont la tête présente des fentes, criques ou éclats.

Les fers et fontes doivent recevoir deux couches de peinture à l'huile, en donnant la préférence à une couleur claire ; les fissures et autres avaries de la partie métallique se

traduisent rapidement, dans ce cas, par une ligne, tache ou surface de couleur brune très-tranchée sur le ton général de l'ouvrage.

§ 2. — DESCRIPTION DE PONTS DES DIVERS SYSTÈMES.

Pont économique de 4 mètres; poutres en bois et fer.

Pl. 29. — Fig. 1 à 5.

La combinaison du bois avec le fer, pour toute espèce de travaux, présente les avantages suivants :

1° Les assemblages d'un grand nombre de pièces secondaires, avec les parties résistantes principales, sont rendus plus faciles au moyen de garnitures, coussinets ou fourrures en bois dont celles-ci sont munies.

2° Le bois amortit les chocs et donne de la masse et du contreventement aux pièces de fer auxquelles il est attaché.

3° L'emploi du bois, pour toutes les parties où le fer n'est pas indispensable, permet de réduire notablement les frais de premier établissement des constructions en fer.

4° Cet emploi est surtout avantageux lorsque l'entretien et le remplacement des pièces en bois sont rendus faciles par la position qu'elles occupent.

Notre pont-rail de 4 mètres d'ouverture se compose essentiellement de deux poutres de 5 mètres de longueur, ayant 4 mètres de portée libre et $0^m,50$ d'appui à chaque extrémité.

Les poutres sont formées par deux fers double T de 0,22 de hauteur totale, 0,095 de largeur d'ailes et pesant $33^k,60$ le mètre courant. Ces fers embrassent une fourrure en bois injecté et bitumé, destinée à maintenir les deux fers à la distance voulue, à recevoir les coussinets du rail ou ses chevilles et à donner plus de masse à l'ensemble de la poutre.

Le contreventement a lieu au moyen de tiges de fer perpendiculaires aux poutres destinées à résister aux efforts d'écartement et qui passent dans des tubes en fonte s'opposant au rapprochement des poutres.

Le tablier est formé par des madriers transversaux goudronnés, sur lequels est répandue une couche de gravier.

Pont de trois travées de 6 mètres, en bois et fer.

Pl. 29. — Fig. 6 à 10.

La largeur de la rivière à franchir devenant plus considérable, si l'on veut encore employer le bois, il faudra construire des palées intermédiaires, et, de plus, soutenir les poutres vers le quart de leur distance des appuis, à l'aide de contrefiches en renforçant la partie centrale de la portée.

C'est ainsi que, pour un pont de 18 mètres de longueur entre culées, on a établi deux palées, donnant par suite trois portées de 6 mètres.

Ces palées sont formées à l'aide de deux ou quatre pieux, suivant que l'on a une ligne à voie unique ou double ; la section des pieux est de 0,25 en carré, et ils sont reliés à l'aide de moisages horizontaux, et en croix de saint André. On les garantit à l'aide de poutres inclinées qui servent de brise-glace et viennent s'assembler entre les moises horizontales du niveau de l'étiage sur la tête de deux pieux.

Les contrefiches en bois ont une section carrée de 20 centimètres de côté et s'assemblent sur les pieux au-dessus du moisage horizontal situé au niveau des plus hautes eaux.

La poutre qui renforce la longrine portant le rail est en bois et a une section de 25 centimètres de hauteur sur 20 centimètres de largeur. Elle est reliée à la longrine par deux armatures en fer.

La longrine est, comme dans le pont précédent, formée par deux fers à T, entre lesquels

se trouve une pièce de bois destinée à amortir les chocs et les vibrations. La poutre a une section de 0,24 de hauteur sur 0,15 de largeur et les fers à T ont une hauteur de 0,26 avec une largeur d'ailes de 0,10 ; ils pèsent 44 kilogrammes par mètre courant.

Ce pont, de même que le précédent, a été établi pour un chemin à voie réduite de $1^m,00$ de largeur.

Ponts métalliques sur pieux en fer et en fonte.

Système OPPERMANN.

Pl. 28. — Fig. 11, 12, 13, 14, 15.

L'inconvénient capital des grosses piles en maçonnerie qui obstruent le débouché des rivières, coûtent très-cher de fondation, sont longues à construire, et donnent lieu à des affouillements et à des dépôts de gravier en aval, nous a conduit à rechercher depuis longtemps quel pouvait être le meilleur et le plus économique système de fondation pour les points d'appui des ponts en lit de rivière.

Les fondations dites tubulaires ont résolu le problème pour les très-gros ouvrages, tels que les ponts de premier ordre sur la Loire, sur le Rhin, sur la Seine même, et sur divers bras de mer; mais ces tubes de $2^m,00$ à $2^m,50$ de diamètre sont très-chers à établir, les appareils pneumatiques sont d'un prix élevé et exigent une installation spéciale : on ne peut pas compter moins de 30,000 fr. pour une pile fondée par ce système, ne se composât-elle que de deux tubes.

D'un autre côté, les *pieux à vis*, excellents dans la vase et dans le sable, deviennent beaucoup plus difficiles à faire pénétrer dans le gravier ancien, et à peu près impossibles à faire entrer dans l'argile ou le tuf.

La masse de conglomérat se forme alors en bloc compacte dans les intervalles des spires de la vis, et le bloc conique tout entier tourne dans son espace, sans s'enfoncer davantage, à moins de le charger avec des poids énormes.

Le système des pieux en fonte, à plate-forme, avec pieu en fer central pour la fixation et l'enfoncement régulier de l'enveloppe en fonte, répond à la fois à la triple condition de l'économie, de la stabilité (sans affouillements ni obstruction) et de la plus grande facilité et rapidité de mise en place.

Les pieux se composent de deux parties distinctes : 1° un pieu central en fer forgé à pointe très-aiguë, qui s'enfonce dans le sol à coups de sonnette annulaire ; — 2° une gaîne extérieure en fonte qui s'enfile verticalement sur la tige en fer, et qui repose par sa partie inférieure sur le sol résistant, au moyen d'une large embase circulaire, ovale ou polygonale, afin d'augmenter autant qu'on le voudra la surface de pression (fig. 11, 12 et 13).

Il est ainsi toujours facile de fixer avec une grande rapidité et une grande précision les piles métalliques formées comme on vient de l'indiquer.

La broche centrale se plante très-exactement dans le fond de la rivière, au point voulu, au moyen d'un simple plancher transversal fixé entre deux bateaux quelconques que l'on amarre aux deux rives ou au fond par trois câbles convergents et que l'on peut déplacer ainsi à volonté.

Un fil télégraphique, tendu suivant l'axe du pont, guide l'opération, et des repères sont suspendus aux points où l'on veut établir les axes transversaux des piles.

Deux lunettes à fils croisés, placées sur les rives et centrées toutes les deux sur le point précis où l'on veut enfoncer le pieu central, permettent en outre de le fixer en plan avec une rigueur complète, en le piquant dans le fond par son seul poids vertical, ce qui n'arrive pas avec les pieux à vis où les premiers tours de cabestan produisent toujours une déviation latérale.

Pour l'enfoncement de la broche, une simple sonnette à tiraude, mue par quatre hommes, suffit dans les cas ordinaires. On emploie aussi plus économiquement un mouton en fonte cylindrique et annulaire par le centre duquel passe la broche et qui frappe sur un collet saillant ou frette fortement boulonné sur la tige unie. La poulie de la corde

à tiraude peut alors être établie sur le sommet du pieu lui-même ou sur une prolonge provisoire *ad hoc*, fixée sur le pieu au moyen d'une virole, qui fait elle-même l'office de collet de percussion.

Les broches centrales n'ont pas besoin d'ailleurs d'être très-lourdes, ni d'un très-fort diamètre ; elles n'ont aucune pression verticale à supporter une fois le pont établi.

C'est la gaîne extérieure en fonte qui porte toute la charge et la transmet directement, par la surface de son embase, au terrain solide, préalablement dragué et nettoyé autour de la tige. On peut, au besoin, y couler une couche ou bloc de béton, ou simplement établir un sol en gravier pour former une surface d'appui plus régulière.

Le niveau d'appui des embases est au-dessous du niveau du lit de la rivière que l'on a creusé jusqu'au sol résistant, et la partie ainsi creusée est comblée avec du sable au-dessus duquel on établit les enrochements destinés à préserver les piles des affouillements.

Une fois les piles fixées et les pieux isolés contreventés par des croix de saint André en fers à T (fig. 12 et 13), l'établissement du pont n'est plus qu'une simple question de mise en place.

Le sommet des gaînes en fonte est muni de consoles dont la face supérieure forme plaque de glissement pour les poutres du tablier métallique.

Ces poutres, pour une portée de 10 mètres, sont en tôle rivée avec âme pleine ; elles ont une hauteur de $0^m,54$ entre parties extérieures des tôles des plate-bandes et se composent d'une âme en tôle de 0,01 d'épaisseur et de deux semelles formées chacune par deux cornières à branches égales de 0,075 de largeur, et de deux feuilles de tôle de 0,01 d'épaisseur sur une largeur de 20 centimètres. Les couvre-joints de ces plate-bandes ont les mêmes dimensions.

Lorsque la portée est plus grande, l'âme de la poutre est formée par un treillis renforcé par deux arcs en fer à T placés de chaque côté de ce treillis.

Les rails sont disposés au-dessus des poutres principales et en sont séparés par une longrine en bois. Quant au ballast, il est porté par un tablier en bois ou en tôle ondulée reposant sur des entretoises situées entre les poutres principales du pont.

Les piles sont garanties à l'amont par des fers à T courbés en forme parabolique et qui forment brise-glace (fig. 12 et 13).

Ces ponts sont très-économiques, car ils peuvent être établis avec une grande rapidité et avec un matériel très-restreint.

Pont en maçonnerie de 7 mètres, en anse de panier.

Pl. 29. — Fig. 19.

Ce pont est d'une seule arche en plein cintre, construit en maçonnerie de moellons smillés, appareillés avec soin. Les culées, de 1,50 d'épaisseur à la base, reposent sur une fondation en béton de 1 mètre d'épaisseur et de 1,60 de largeur ; elles possèdent des murs en retour de $1^m,30$ d'épaisseur, qui donnent à l'ouvrage une longueur totale de $14^m,60$.

L'épaisseur de la voûte n'est que de $0^m,75$ à la clef et se trouve recouverte d'une chape en mortier de chaux hydraulique de $0^m,05$ d'épaisseur.

Les tympans sont faits en moellons smillés ainsi que la voûte ; les plinthes qui surmontent l'ouvrage sont en pierre de taille.

Le pont est d'une seule arche en anse de panier à cinq centres ; il a une largeur de voûte de 7 mètres sur $2^m,90$ de hauteur sous clef.

Il est composé de deux culées avec murs en retour en maçonnerie ordinaire de moellons durs et mortier de chaux hydraulique, qui reposent sur une fondation de béton de $1^m,00$ d'épaisseur et de $1^m,20$ de largeur.

Les têtes de voûte, plinthes et bahuts sont en pierre de taille dure.

Les sous-bahuts, les tympans et l'intrados de la voûte sont en moellons smillés.

La voûte est recouverte d'une chape en mortier de chaux hydraulique de $0^m,05$ d'épaisseur.

La largeur du pont est de 6 mètres, y compris les parapets.

Le prix de revient en est décomposé de la manière suivante :

Fouilles et épuisements	95 fr.
Béton pour fondations, $39^{mc},00$	426
Maçonnerie ordinaire, $129^{mc},00$	1082
Maçonnerie de pierre de taille dure, $12^{mc},90$	717
Smillage de moellon, $124^{ms},00$	312
Perrés, $116^{m2},00$	187
Chape en mortier	24
Cintres et couchis, $6^{mc},45$	181
Prix total	3024

Les chiffres indiqués donnent les prix réels payés, après la déduction du rabais.

Pont à cinq arches en maçonnerie, en plein cintre.

Pl. 29. — Fig. 20 et 21.

Le pont est composé de cinq arches en maçonnerie ; sa longueur est de $37^{m},70$ en dedans des culées, et sa largeur est de $3^{m},50$ entre les parapets métalliques.

Les voûtes sont en plein cintre, et ont un diamètre de $6^{m},50$; elles sont construites en brique ainsi que les tympans ; les piles ont une épaisseur de $1^{m},30$ à la naissance des voûtes, et leurs parements sont en pierre de taille.

Les murs en retour aux extrémités du pont sont en arc de cercle, et soutiennent les talus des abords dont la pente est de 1 1/2 de base pour 1 mètre de hauteur.

Le prix de revient de ce pont a été de 18,515 fr., soit 435 fr. par mètre courant.

Prix de revient des matériaux et de la main-d'œuvre. — Les prix qui ont servi de base pour la construction de ce type sont les suivants :

1.	Maçonnerie en moellons bruts, le mètre cube	9 fr.	30
2.	— en moellons smillés pour piédroits, le mètre cube	20	»
3.	— en brique pour voûtes-tympans, le mètre cube	23	»
4.	— en pierre de taille, le mètre cube	35	»
5.	Taille de pierre à parement uni, le mètre carré	7	»
6.	Chape en béton, le mètre cube	20	»
7.	Ragréage et jointoiement en ciment, le mètre carré	0	60
8.	Caniveaux en galets, le mètre carré	1	10
9.	Smillage du moellon, le mètre carré	4	50
10.	Bossage du moellon, le mètre carré	5	»
11.	Fers pour boulons et étriers (déchets et dépréciations), le kilogramme	0	55
12.	Tuyaux en fonte pour le passage de l'eau des reins des voûtes, le kilogramme	0	50
13.	Cintres en chêne (déchet, dépréciation, façon, lavage et pose), le mètre cube	50	»
14.	Couchis en bois blanc (déchet, dépréciation, façon, lavage et pose), le mètre cube	35	»
15.	Fondations : épuisement, batardeaux et travaux imprévus ; fraction du prix total du pont	8 à 10 p. 100.	

Ces chiffres servent à établir le prix d'évaluation, auquel il convient d'ajouter 1/10 pour frais de direction et de surveillance, avance de fonds, faux frais et bénéfice : ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus, les fouilles et les épuisements se payent sur la somme à valoir, qu'il est nécessaire d'ajouter à l'évaluation du travail pour faire face aux dépenses imprévues.

CHAPITRE II

PASSAGES EN DESSUS ET EN DESSOUS

Passage en dessous en fer.

Chemins de fer Romains.

Pl. 30. — Fig. 1 à 4.

La route que traverse le chemin de fer a une largeur de 7 mètres, dont une chaussée de 5 mètres et deux trottoirs de $1^m,50$; de chaque côté de la route se trouve un fossé qui est continué sous le pont par un petit dalot situé sous le trottoir, et dont la maçonnerie fait partie de celle des culées.

Les culées en maçonnerie sont à un redan, elles ont une épaisseur de $1^m,50$ à la base et de 1 mètre au sommet. Les murs en retour à angle droit ont les mêmes dimensions.

Les poutres principales du pont sont au nombre de trois, deux de rives et une poutre médiane ; elles ont $0^m,50$ de hauteur. Leur portée sur les appuis en pierre de taille, qui surmontent les culées, est de 60 centimètres (*fig.* 1 *et* 3). La semelle inférieure des poutres se trouve à 5 mètres au-dessus du niveau de la chaussée.

Ces poutres portent sur leurs semelles inférieures des pièces de pont espacées de mètre en mètre et qui sont surmontées de madriers sur lesquels reposent les rails. L'intervalle compris entre les rails reçoit un plancher en bois que soutiennent les madriers des entretoises (*fig.* 2 *et* 4).

Passage en dessus en fer.

Chemins de fer Romains.

Pl. 30. — Fig. 5 à 8.

La voie a une largeur de 8 mètres ; elle est double et son niveau se trouve à 5 mètres au-dessous du niveau inférieur des poutres principales du pont.

Les culées ont les mêmes dimensions que pour le passage en dessous, ainsi que les murs en retour (*fig.* 5 *et* 7).

La chaussée n'est portée que par deux poutres principales en fer double T qui portent par leur semelle inférieure des fers double T de dimensions moindres, écartés de $1^m,50$ l'un de l'autre et entre lesquels on a établi de petites voûtes en briques supportant la chaussée empierrée (*fig.* 7 *et* 8).

Les trottoirs sont en madriers de bois disposés suivant la longueur du pont et reposant sur les entretoises en fer double T, dont la semelle supérieure est horizontale et dont la semelle inférieure est en arc de cercle, de manière à s'emboîter entre les semelles d'un fer à double T de plus petites dimensions que les poutres de rive parallèle à ces poutres et reposant par ses extrémités sur les culées. C'est sur ce fer double T que l'on a assemblé le garde-corps métallique.

Passage en dessus, en maçonnerie, à culées perdues.

Pl. 30. — Fig. 9, 10 et 11.

Ce système est économique, très-simple et très-avantageux au double point de vue de a facilité d'exécution et du dégagement de la voie ; les culées sont supprimées et formées par le talus même, la voûte est en arc de cercle qui repose sur le rocher compacte des parois, avec un petit revêtement en pierre sèche et même en maçonnerie si les éboulements sont à craindre.

L'ouverture du pont que nous représentons est de $15^m,20$, la largeur entre les parapets de $4^m,20$, et la clef de la voûte, qui a un rayon de $10^m,40$, se trouve à 5 mètres au-dessus du niveau des rails.

Avant-métré du pont-route à culées perdues.

Nos du métré.	DÉSIGNATION DES OUVRAGES ou parties d'ouvrages et indication de leur nature.	Nombre des parties ou pièces semblables.	DIMENSIONS RÉDUITES. Longueur pour chacun ou ensemble.	Largeur.	Hauteur ou épaisseur.	SURFACES, CUBES OU POIDS. Auxiliaires.	Partiels.	Définitifs.
	§ 1. MAÇONNERIE.		mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	m. c.	
1	Déblais pour fondations....	2	4.05	6.00	4.00	194.40	»	195.00
2	Béton pour fondations......	»	»	»	»	»	»	»
3	Maçonnerie de moellon ordinaire.							
	Massif général :							
	Piédroits................	2	4.65	5.40	1.00	50.22		
	Des naissances sous la plinthe	»	24.50	5.40	4.31	570.21		
	Total.....	»	»	»	»	620.43	620.43	
	A déduire :							
	1° le vide de la voûte......	»	»	5.40	32^{mc}.14	173.56		
	2° le cube de la chape.....	»	25.50	7.50	0.10	19.13	329.69	
	3° le cube des remblais....	»	»	»	»	137.00		
	Cube total.....	»	»	»	»	»	290.74	291^{mc}.00
4	Maçonnerie de pierre de taille :							
	Plinthes.................	2	24.50	0.35	0.50	8.58		
	Extrémités des parapets....	4	0.40	0.22	0.76	0.27	11.55	11^{mc}.60
	Bahuts...................	2	24.50	0.25	0.22	2.70		
5	Maçonnerie de briques pour parapets...............	2	23.70	0.22	0.76	7.93		8^{mc}.00
6	Parements vus de moellons parementés :							
	Berceau intérieur..........	»	16 67	5.40	»	90.02	203.76	204^{mc}.00
	Têtes....................	2	»	»	56^{mc}.87	113.74		
7	Parements vus de la pierre de taille :							
	Plinthes.................	2	24.50	»	0.80	39.20		
	Extrémités des parapets....	4	»	1.02	0 76	3.10	74.36	75^{m}.00
	Bahuts...................	2	24.50	»	0.65	31 85		
	Abouts de bahuts..........	4	»	0.25	0.21	0.21		
8	Parements vus de la maçonnerie de briques.........	4	23.70	»	0.76	72.05	»	72^{mc}.00
9	Chape en béton de 0^{m},10 d'épaisseur.............	»	25.50	7.50	»	191.30	»	192^{mc}.00
10	Recouvrement en asphalte de 0^{m},015 d'épaisseur....	»	»	»	»	»	»	192^{mc}.00
	§ 2. CINTRES.							
11	Bois équarri.							
	Une ferme :							
	Poinçon principal..........	»	4.95	0.20	0.20	0.198		
	Contrefiches..............	2	4.40	0.20	0.20	0.352		
	Arbalétriers principaux.....	2	8.20	0 25	0.20	0.820		
	Moises....................	2	13.10	0.20	0.15	0.786		
	Poinçon secondaire........	2	10.85	0.20	0.20	0.068		
	Arbalétriers secondaires....	4	4.00	0.18	0.20	0.640		
	Courbes..................	4	4.00	0.20	0.16	0.461		
	Petites billes..............	3	0.47	0.20	0.20	0.056		
	Semelle sous le poinçon principal....................	»	2.00	0 20	0.10	0.040		
	Total pour une ferme...	»	»	»	»	3.421		
	Pour quatre fermes........	4	»	»	»	3.421	13.684	
	Semelles..................	6	5.40	0.15	0.10	0.810	1.038	
	Moises verticales..........	2	5.70	0.20	0.10	0.228		
	Cube total.....	»	»	»	»		14.722	14^{mc}.80
12	Planches en sapin de 0^{m},06 d'épaisseur.............	»	16.67	5.40	»	90.02	»	
13	Fers pour boulons...........	40 de 0,02 de diam., pesant en moyenne				2^{k}.20	88.00	88^{k}.00
	§ 3. OUVRAGES DIVERS.							
14	Pavages en pavés d'échantill.	»	24.50	4.20	»	102.90		103^{m}.00
15	Bordures de trottoirs.......	2	25.35	»	»	50.70		50^{m}.70

En appliquant aux quantités indiquées dans la dernière colonne de ce tableau les prix variables de chaque localité, on aura le prix total du pont, sauf somme à valoir et rabais d'adjudication.

Sur la ligne de Poitiers à la Rochelle, ce type de pont à culées perdues a coûté 10,400 francs.

Ponts biais du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf.

Passages en dessus.

Pl. 30. — Fig. 12 à 15.

Les deux ponts représentés l'un par les figures 12 et 13, et l'autre par les figures 14 et 15, ne diffèrent entre eux que par le biais plus considérable du second, et en ce que le premier a nécessité un revêtement en maçonnerie sur la partie inférieure du talus à cause de la couche de marne qui se trouve, dans ce cas, sous la couche de rocher qui reçoit les poussées de la voûte.

La voûte dont les têtes sont en arc de cercle s'appuie sur des culées perdues en maçonnerie noyées dans le terrain rocheux; au-dessus de la voûte se trouve une chape en ciment.

La clef de voûte se trouve à $6^m,706$ au-dessus du niveau de la voie et le rayon de l'arc de cercle est également de $6^m,706$.

Le prix de revient du type, sans revêtement inférieur du talus, a été de 5,104 francs 40 centimes.

CHAPITRE III

PRIX DES PONTS ET TRAVAUX D'ART.

§ 1. — PRIX DES DIFFÉRENTS TRAVAUX D'ART EXÉCUTÉS SUR LA LIGNE DE PARIS A STRASBOURG.

Sur la ligne de Strasbourg, dans la partie comprise entre Paris et Meaux, 56 ponts et passerelles, sur ou sous routes et chemins, ont coûté 2,580,661 francs.

Soit, par pont, environ .... 46,083 fr.

7 ponts de 2 arches au plus, sur cours d'eau, ont coûté 654,921 francs, soit par pont 93,560

26 ponceaux ou aqueducs, de 5 mètres d'ouverture au plus, ont coûté 311,165 francs, soit, par ponceau ou aqueduc 11,960

22 passages à niveau, la dépense ne comprenant que celle du pavage et des barrières, ont coûtés 37,662 francs, soit par passage à niveau 1,712

21 maisons de gardes ont coûté 101,981 francs, soit par maison de garde 4,856

3 grands ponts sur la Marne ont coûté 1,432,820 francs, soit par pont .. 477,606

Sur le même chemin, entre Meaux et Château-Thierry, on a payé pour l'établissement de 72 ponts et passerelles sur ou sous routes et chemins, 1,275,157 francs, soit par unité 17,710

10 ponts sur deux arches au plus, sur cours d'eau, 309,945 francs, soit. 30,994

152 ponceaux, aqueducs, etc. de 5 mètres d'ouverture au plus, 749,083 francs, soit 4,896

54 passages à niveau, la dépense ne comprenant que celle pour les barrières et pour le pavage, 48,039 francs, soit 889

43 maisons de gardes, 205,104 francs, soit, par maison................	4,769 fr.
12 grands ponts, 1,897,760 francs, soit, par unité..................	158,147
Le grand pont en maçonnerie d'Armentières de quatre arches, long de 106m,50, 429,655 francs, soit, par mètre..............................	4,034
Celui du Saussoy, de quatre arches, long de 98m,60, 265,658 francs, soit par mètre..	2,694
Celui de Courcelles, quatre arches, long de 98 mètres, 280,000 francs, soit par mètre..	2,886
Celui de Nanteuil, cinq arches, long de 96m,92, 296,591 francs, soit par mètre..	3,060
Celui de Vitry, de cinq arches, long de 90m,72, 167,000 francs, soit par mètre..	1.840
Un grand pont suspendu sur la Marne et le chemin de fer à Dormans, long de 112 mètres, 105,278 francs, soit par mètre......................	935

Le prix élevé des ponts, passerelles et passages à niveau, sur la première partie du chemin de Strasbourg comprise entre Paris et Meaux, tient à celui de la main-d'œuvre près de Paris, à l'importance de ces ouvrages, au passage des grandes routes dans le voisinage de la capitale.

Les maisons de gardes sont revenues à un prix considérable, par suite de leurs dimensions. Celles construites pour le chemin de Mulhouse, de la plus petite dimension, n'ont coûté qu'environ 2,700 francs, pourvu toutefois que les fondations n'aient pas présenté de grandes difficultés.

§ 2. — PONTS ET PONCEAUX DIVERS.

Pont de Libourne (rails), 227m,32..........................	1,200,000 fr.
Pont-rail en maçonnerie de 8 mètres d'ouverture (Poitiers à La Rochelle)......................................	17,200
Pont-rail *id.* de 7 mètres............................	16,400
Pont-rail *id.* de 6 mètres............................	12,600
Pont-rail *id.* de 5 mètres............................	10,000
Pont-rail *id.* de 4 mètres............................	8,800
Ponceau *id.* de 3 mètres..............................	4,700
Ponceau *id.* de 2 mètres..............................	3,900
Ponceau *id.* de 1m,60.................................	3,100
Ponceau *id.* de 1 mètre...............................	2,100
Ponceau *id.* de 0m,60.................................	1,950

CHAPITRE IV

GRANDS VIADUCS ET ESTACADES

POUR LE PASSAGE DES VALLÉES

Pl. 30.

Dans la construction des chemins de fer économiques on rencontre très-rarement les très-grands ouvrages d'art, tels que les viaducs de 30 à 80 mètres de hauteur, ou les tunnels de plus d'un kilomètre de longueur.

Aussi nous ne traiterons ici ces deux sujets que pour mémoire, en priant nos lecteurs de vouloir bien consulter, dans les *Annales de la construction*, les articles concernant les travaux de ce genre, et notamment :

§ 1. — LE HAUT PONT DE PORTAGE (État de New-York),

SUR LE CHEMIN DE FER DE BUFFALO A NEW-YORK.

Pl. 30. — Fig. 1 et 2.

La hauteur de cet ouvrage est de 79^m,50, sa longueur de 267^m,00 (*Annales de la construction*, 1855. *Pl.* 24). Ce viaduc, construit par M. Silas Seymour, est entièrement en bois; il a été exécuté en treize mois. Les piles sont espacées de 17^m,00 d'axe en axe. La dépense totale a été de 875,000 fr. seulement. Un viaduc en maçonnerie de la même grandeur eût coûté dans le pays 6,250,000 fr.

Donc, avec les seuls intérêts de cette deuxième somme accumulés, on pourrait au besoin reconstruire le viaduc en bois tous les trois ans. Chaque pièce peut d'ailleurs s'enlever isolément et se remplacer sans déformation de l'ensemble.

Le danger de l'incendie est conjuré par une garde spéciale de jour et de nuit et par des réservoirs d'eau et pompes à incendie placées à diverses hauteurs.

§ 2. — VIADUC OU ESTACADE EN BOIS

DE 18 MÈTRES DE HAUTEUR.

La figure 3 de la même planche représente un type économique de viaduc en bois, que nous conseillerions d'adopter pour les chemins de fer économiques, à titre provisoire, et en attendant que les produits de l'entreprise permissent de le remplacer par un viaduc à piles en maçonnerie, supportant une double poutre en fer à treillis, ou avec système mixte en arc et treillis, comme nous l'avons indiqué aux types de ponts.

§ 3. — VIADUC DE LA FURE,

SUR LE CHEMIN DE FER DE SAINT-RAMBERT A GRENOBLE.

Pl. 30. — Fig. 4 et 5.

Annales de la Construction 1856, *Pl.* 43 et 44.

Ce viaduc peut être cité comme un *modèle économique* de ce genre de travaux en maçonnerie.

L'ensemble de cet ouvrage, qui a 270^m,70 de longueur totale et 41^m,50 de hauteur maximum, avec 8^m de largeur entre parapets pour 2 voies, a été entrepris à forfait pour la somme de 1 million de francs.

Cela donne un prix de 115^{f},30 par mètre carré de surface en élévation, vides et pleins compris (c'est le mode de comparaison le plus logique pour le prix des viaducs, à nombre égal de voies).

La surface est, en effet, de 3,597^{m},39.

Dans presque tous les autres viaducs du même genre, le prix a été plus élevé :

Exemple :

Le prix du mètre carré du viaduc de l'Indre a été de	127^{f},48
Le prix du viaduc de Barentin	116^{f},25
Celui du viaduc de Brunoy	169^{f},38

§ 1. — VIADUCS DE CHAUMONT, de NOGENT, de GOELTZSCHTHAL, ELSTERTHAL.

Ces grands ouvrages sont la limite extrême de ce qui a été fait jusqu'à présent, en Europe, comme viaducs en maçonnerie. En voici les principaux éléments (Voir *Annales de la Construction*, 1857, *Pl.* 15-16) :

Viaduc de Chaumont. — Fig. 6.

Longueur totale	600^{m},80
Hauteur maxima	49^{m},55
Largeur entre les murs des tympans	8^{m},10
Surface totale (vides et pleins)	19,870^{mq}
Prix total (par estimation)	3,200,000^{fr}
Prix par mètre carré (id.)	160^{fr}
Prix du mètre cube (plein)	53^{fr}

Viaduc de Nogent.

Longueur totale	830^{m},00
Hauteur maxima	30^{m},00
Largeur entre les têtes des voûtes supérieures	8^{m},30
Surface totale	19,440^{mq}
Prix total	5,400,000^{fr}
Prix par mètre carré	277^{fr}

Viaduc du Gœltzschthal. — Fig. 7.

Longueur totale	579^{m},25
Hauteur maxima	80^{m},34
Largeur entre les nus des tympans	7^{m},93
Surface totale (vides et pleins)	28,266^{mq}
Prix total	3,921,000^{fr}
Prix par mètre carré	292^{fr}
Prix du mètre cube (plein)	60^{f},50^{c}

Viaduc de l'Elsterthal.

Longueur totale	271^{m},90
Hauteur maxima	69^{m},68
Largeur entre les nus des tympans	7^{m},93
Surface totale (vides et pleins)	10,990^{mq}
Prix total	8,263,000^{fr}
Prix par mètre carré	357^{fr}
Prix du mètre cube (plein)	63^{fr},15^{c}

En comparant entre eux les prix du mètre carré d'élévation de chacun de ces viaducs, et en les rapprochant aussi des prix indiqués plus haut, on voit qu'il y a une certaine corrélation entre l'augmentation des prix moyens et celui de la grandeur des ouvertures des arcades :

Plus les arcades sont larges, plus les prix augmentent, et les viaducs les moins chers sont ceux dans lesquels les arches ne dépassent pas 10, 12, ou 15^{m}, on reste dans des prix inférieurs à 200 fr. du mètre, et l'on dépasse ce chiffre lorsque les portées deviennent plus considérables.

Cela tient, évidemment, à ce que, dans ce deuxième cas, les frais de cintres, d'échafaudage et de bardage des matériaux sont beaucoup plus considérables, et qu'aussi le nombre d'ouvriers que l'on peut occuper à la fois est moindre, ce qui rend le travail plus long, oblige à passer des hivers, ou de perdre des temps favorables, ce qui est toujours une grave cause de faux frais. »

§ 5. — TYPES DES VIADUCS ORDINAIRES DU RÉSEAU D'ORLÉANS,

Avec arches de 10 mètres de portée (fig. 8 et 9).

Un bon type courant de viaduc en maçonnerie est celui adopté, dans ces derniers temps, par la Compagnie d'Orléans, pour les nouveaux embranchements de son réseau.

Il est décrit en détail dans les *Annales de la construction* de 1864, *Pl.* 31, 32, 33 et 34.

Les arches ont 10 mètres de portée, et il y a un type de viaduc pour une voie, et un autre pour deux voies.

Voici la description et les métrés résumés de chacun de ces types.

Description générale. — Les deux types de viaducs, à une et à deux voies, ont une longueur totale variable, et comprenant, par exemple, six arches de 10 mètres d'ouverture.

Piles et Culées. — Les piles et les culées sont fondées sur béton avec une retraite de 0,80 à 1^{m},00. Le massif des piles est en moellons ordinaires, et les parements en moellons piqués avec chaînes de pierre de taille.

Les parements vus des culées sont en briques de bonne qualité, ainsi que les tympans.

La pile du milieu est une pile-culée ; elle a 3^{m},23 au niveau du béton de fondation avec un fruit de 0^{m},020, et une retraite de 0^{m},125 sur une hauteur de 3^{m},25. Elle a le même fruit, depuis cette retraite jusqu'aux naissances, sur une hauteur de 9^{m},70. Les deux piles de part et d'autre de la pile-culée ont une largeur de 2^{m},68 au niveau des fondations, et une hauteur de 3^{m},25, avec une retraite de 0,125 et un fruit de 0,020.

Les piles ordinaires ont, en moyenne, 2 mètres d'épaisseur, et les naissances des différentes voûtes sont à une hauteur de 10 mètres de ces retraites.

Les naissances des voûtes sont en retraite de 0^{m},10 sur les piles. Chaque retraite est indiquée par une plate-bande en pierre de taille.

En vue d'une économie de matériaux, les culées contiennent à leur partie inférieure des voûtes de décharge, dont l'espace libre a été rempli en pierres sèches. La partie de la culée comprise entre la naissance de la voûte du viaduc jusqu'au parement de la petite voûte de décharge est de 3 mètres, avec un fruit de 0,020 sur une hauteur de 4^{m},80 ; l'autre partie a 2 mètres d'épaisseur et un fruit extérieur de 0^{m},050, ce qui fait que le rayon d'intrados de la voûte de décharge est de 1^{m},431.

Voûtes. — Les voûtes sont en plein cintre. Les têtes sont formées de deux assises de moellons piqués de 0^{m},80 d'épaisseur. Le rayon de l'intrados de la voûte est de 5 mètres, L'épaisseur aux naissances dans le prolongement du rayon incliné à 45°, et partant du centre de l'intrados, est de 1^{m},10. Les deux courbes d'intrados sont réunies à 3 mètres des naissances par une partie horizontale de 0^{m},482. La partie supérieure de la voûte est formée par une ligne de pierre de taille formant gargouilles de distance en distance, afin de laisser écouler les eaux d'infiltration, qui sont recueillies par les rigoles faites dans la chape

elle-même. Les vides laissés entre les courbes d'intrados sont remplis par du béton maigre. Le tout est recouvert par une chape de $0^m,10$ faite en mortier hydraulique. Elle forme une série de pentes et contre-pentes de $0^m,02$, allant de l'une des piles aux sommets des voûtes, pour diriger les eaux dans les gargouilles d'écoulement.

L'intrados de la culée est formé par un arc de cercle tangent au prolongement du plan de naissance et celle de l'intrados de la dernière voûte. Le rayon de cet arc est de $6^m,75$. Le viaduc est orné d'un bandeau simple en pierre de taille de $0^m,35$ de hauteur, en saillied e $0^m,60$ sur le tympan.

Bahuts sur les culées et la pile-culée. — Le garde-corps en fonte, qui borde les côtés de la voie sur le viaduc, est interrompu aux abords des culées et à l'aplomb de la pile-culée où il est remplacé par un bahut formé de trois assises de pierres de taille, recouvertes par un dé, et faisant saillie sur le tympan. La base de ce bahut est soutenue par quatre consoles sur la pile-culée et dix sur les culées. Leur hauteur est de $1^m,50$, leur épaisseur de $0^m,40$, et leur longueur de $2^m,34$; la longueur de celui des culées est de $7^m,55$. Les consoles de $0^m,30$ d'épaisseur sont distantes, pour la pile-culée, de $0^m,3666$, et de $0^m,425$ pour les culées.

Description des Cintres. — Le cintre dont on s'est servi pour la construction des arches est un cintre retroussé, composé de quatre fermes pour le type à une voie et de six fermes pour celui à deux voies. Ces fermes reposent dans les deux cas sur des boîtes de décintrement à sable.

Chaque ferme se compose de quatre vaux supportant les couchis et reliés entre eux par des ferrures. A l'aplomb de la clef se trouve un poinçon relié avec les vaux et les deux arbalétriers à l'aide de moises horizontales boulonnées. Perpendiculairement aux arbalétriers et aux joints des vaux se trouvent deux contre-fiches, qui relient solidement ces pièces entre elles.

Les arbalétriers ainsi que les vaux s'appuient sur les boîtes à sable. Le contreventement est fait à l'aide de moises qui embrassent le poinçon. Quant aux boîtes à sable, elle reposent sur une pièce de bois horizontale, soutenue par un fer à double T, scellé dans la maçonnerie déjà faite et à l'aplomb de chaque ferme.

Ce mode de décintrement a donné, du reste, dans le cas dont il s'agit, les résultats avantageux qui sont parfaitement établis aujourd'hui : descente uniforme des fermes et possibilité de la régler à volonté.

Voici maintenant, pour compléter les renseignements qui précèdent, le métré sommaire d'une arche, d'une pile intermédiaire et d'une pile-culée.

Métré *sommaire pour le Viaduc à une voie.*

INDICATION DES MAÇONNERIES.	PILE intermédiaire.	PILE-CULÉE.
Maçonnerie de pierre de taille.....	7.31	11.28
Id. de moellons piqués....	90.21	94.09
Id. ordinaire............	144.76	178.04
Id. de béton maigre......	32.95	36.24
Id. de mortier pour chape.	4.60	4.80
Maçonnerie générale...	280.03	324.45
Surface de briques............	45.36	50.32
Cube de charpente pour cintre..	18.60	

Prix *d'une arche pour le Type de Viaduc à une voie.*

INDICATION DES MAÇONNERIES.	PILE intermédiaire.	PILE-CULÉE.
	fr.	fr.
Maçonnerie de pierre de taille.....	826.10	1,240.80
Id. de moellons piqués. ..	2,345.46	2,446.34
Id. ordinaire............	2,605.68	3,204.72
Id. de béton maigre......	494.25	543.60
Id. de mortier pour chape.	101.20	105.60
Id. de briques...........	680.40	754.80
Cintre.......................	372.00	
Somme totale.........	7,425.09	8,295.86

Métré *sommaire pour le Type de Viaduc à deux voies.*

INDICATION DES MAÇONNERIES.	PILE intermédiaire.	PILE-CULÉE.
Maçonnerie de pierre de taille.....	8.77	12.54
Id. de moellons piqués....	140.43	144.31
Id. ordinaire............	231.51	287.57
Id. de béton maigre......	82.29	90.95
Id. de mortier pour chape.	8.73	9.10
Maçonnerie générale...........	471.73	544.41
Surface de briques.............	68.04	75.48
Cube de charpente pour cintre..	29.88	

Prix *d'une arche pour le Viaduc à deux voies.*

INDICATION DES MAÇONNERIES.	PILE intermédiaire.	PILE-CULÉE.
	fr.	fr.
Maçonnerie de pierre de taille.....	964.70	1,279.40
Id. de moellons piqués....	8,651.18	3,752.06
Id. ordinaire............	4,167.18	5,176.26
Id. de béton maigre.......	1,244.85	1,464.25
Id. de mortier pour chape.	192.06	200.20
Id. de briques...........	1,020.60	1,132.20
Cintre........................	597.60	
Somme totale.........	11,838.17	12,004.37

§ 6. — VIADUCS EN FER D'AHUN, DE CRUMLIN, DE FRIBOURG, etc.

Lorsque la hauteur des viaducs dépasse une certaine limite, et que l'on doit franchir des vallées très-larges et en même temps très-profondes, il devient plus économique et aussi plus rapide, de remplacer les piliers et arcades en pierre par des estacades métalliques composées de *quatre*, *six*, *dix* ou *douze* colonnettes en fonte, groupées en faisceaux, et reliées entre elles par des ossatures horizontales et des contreventements diagonaux en fer forgé.

Sur ces estacades on pose des poutres horizontales en treillis, de divers systèmes, avec des portées variables de 25 à 30 mètres d'axe en axe des piles, et le viaduc se trouve ainsi constitué par un bâti entièrement à jour.

Le mode de mise en place des grandes poutres sur les piles, ou estacades en fer, est maintenant toujours celui du roulement de la poutre entière, assemblée d'avance, arrivant en porte-à-faux jusqu'à atteindre la première pile, puis la deuxième, etc. Pour le détail de ce mode de mise en place, les procédés les plus ingénieux et les plus complets ont été employés par le Creusot au viaduc de Fribourg, et, plus récemment, par la même usine, au grand pont-viaduc sur le Danube, près de Vienne (Voir *Annales de la Construction* de 1872, *Pl.* 3-4).

Le cadre de cet ouvrage ne comporte pas la description détaillée de ces travaux spéciaux, qui, nous le répétons, sont très-rares, si même on ne doit les éviter absolument dans l'établissement des chemins de fer économiques.

§ 7. — PRIX DE DIVERS VIADUCS PAR MÈTRE SUPERFICIEL D'ÉLÉVATION.

Voici, pour terminer, les prix de quelques viaducs, que l'on peut citer comme types. Le prix est basé sur le prix total divisé par le nombre de mètres superficiels d'*élévation*, tant pleins que vides, en un mot, par la surface du profil en travers de la vallée.

VIADUCS.	Prix par mètre carré de surface en élévation (vides et pleins).
1. Viaduc sur la Fure. Pierre et maçonnerie, 16 pleins cintres de 14 mètres. Hauteur 41m,50. Longueur 270m,70..................	115fr.70
2. — de Chaumont. Pierre et maçonnerie, 3 étages. Arcade 9m,95. Hauteur 49m,55....................................	200 00
3. — de Nogent. Pierre et maçonnerie. 3 grandes arches de 50 mètres et 30 de 15 mètres. Hauteur 31 mètres. Longueur 830 mètres.....	277 00
4. — de Goeltzschthal. Granit et briques. 4 étages. Hauteur 80m,34. Longueur 579m,25..	292 00
5. — d'Elsterthal. Granit et briques. 2 étages. Hauteur 69m,68. Longueur 271m,90..	357 00

SIXIÈME SECTION

TUNNELS ET SOUTERRAINS

ABRIS CONTRE LA NEIGE

CHAPITRE I

TUNNELS PROPREMENT DITS

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Les tunnels sont, comme les grands viaducs, des ouvrages que l'on doit considérer comme exceptionnels sur les chemins de fer économiques.

Dès que l'on arrive à ces passages de premier ordre, — d'une vallée à une autre, d'un bassin à un bassin parallèle, on sort du programme logique des chemins de fer d'intérêt local, et l'on fait œuvre d'intérêt général, sinon même international.

D'un autre côté, au point de vue plus immédiat de la dépense et du plan financier de l'entreprise, il est évident que le fait même de consacrer des millions à quelques kilomètres seulement, suppose nécessairement un capital total très-élevé, et, par suite, un rendement de trafic correspondant, c'est-à-dire un trafic de grande ligne.

Sinon, l'entreprise ne serait pas rémunératrice, et, nous l'avons dit dès le début, si un chemin de fer ne doit pas se payer par ses propres revenus, quand il n'est que d'intérêt local, — il ne faut pas le faire, — ou, tout au moins, il faut en ajourner l'exécution.

Nous ne parlerons donc ici des tunnels, comme nous l'avons fait des grands viaducs, que pour le principe, et parce que, dans quelques cas particuliers, on peut cependant avoir avantage à en exécuter un ou même plusieurs, quand ils ne sont pas très-longs, pour éviter des détours de tracé ou des augmentations de pente qui seraient plus onéreux encore, sinon pour le premier établissement de la ligne, au moins pour son exploitation.

Nous ne croyons pas nécessaire d'entrer dans le détail des procédés par lesquels on ouvre les tunnels, et l'on procède à leur avancement souterrain.

Les *fig.* 1 et 2 de la planche 31 représentent la disposition ordinaire des premières attaques, ou galeries-mères, galeries de service, galeries d'extraction.

Ce sont les mêmes profils que pour les mines de houille ou de fer.

On trouvera le détail des cintres et autres appareils relatifs à la construction des tunnels, aux articles suivants des *Annales de la construction* :

1° Tunnel de Hauenstein, Suisse................................ 1855, Pl. 56 à 58.
2° Tunnel de Reuilly, chemin de fer de Vincennes à Paris....... 1857, Pl. 8
3° Tunnel de Saint-Cloud, chemin de fer de Paris à Versailles, rive droite.. 1857, Pl. 31
4° Souterrain de Vierzy.. 1861, Pl. 47 à 52.
5° Nouveau tunnel des Batignolles.............................. 1866, Pl. 39 à 40.
6° Tunnel de Kaschau à Oderberg................................ 1869, Pl. 51 à 52.
7° Tunnels de la ligne de Murat, à Vic-sur-Cère................ 1871, Pl. 5 à 6.

Voici maintenant la description plus détaillée des modèles de tunnels que nous publions ici pour une voie et deux voies :

§ 2. — TYPES DE TUNNELS A UNE VOIE

De la ligne de BOLOGNE à PISTOJA (Italie).

Pl. 31. — Fig. 3, 4, 5, 6.

La question des tunnels à une voie devient tous les jours plus utile à étudier, parce que les chemins de fer de plusieurs pays étrangers ne sont actuellement faits que pour une voie, et aussi parce qu'en France, par exemple, l'achèvement des grandes lignes à deux voies amènera forcément la création d'un réseau secondaire à voie unique.

La ligne de Bologne à Pistoja, dépendant de la concession des chemins de fer de l'Italie centrale, a été établie dans des conditions très-difficiles, et contient un grand nombre d'ouvrages importants dont nous donnons les types principaux :

M. Protche, ingénieur en chef des chemins de fer de l'Italie centrale et de la ligne de Bologne à Pistoja, a bien voulu nous communiquer les ouvrages représentés, pl. 31, et qui ont été exécutés avec succès et une grande économie relative sur la difficile ligne qui reliera les deux versants de l'Appennin central.

La planche 31 indique quatre types principaux dont les différents rayons de courbures des voûtes, les diverses épaisseurs des revêtements, les précautions prises dans chaque cas pour l'établissement de la voie et pour l'écoulement souterrain des eaux, sont donnés en détail dans les coupes transversales des *fig.* 3, 4, 5, 6.

Le type n° 1 est le type suivi dans les bons terrains; le n° 2 est celui auquel on a eu recours pour l'exécution des radiers reconnus ultérieurement nécessaires. — Le type n° 2 *bis* était adapté dès que le projet prévoyait un radier. — Le type n° 3 a été appliqué sur une très-petite longueur pour la reconstruction d'une partie endommagée de souterrain exécuté suivant le type n° 3.

Les maçonneries sont généralement en moellons bruts avec parements grossièrement mosaïqués, sauf la voûte qui a été revêtue de moellons smillés. Le type n° 3 renferme des cours de briques intercalés dans la maçonnerie de moellons bruts. — Les niches ont été alternées de côté; mais on a reconnu par la suite que les niches placées du même côté étaient préférables.

Voici maintenant le métré du mètre courant de chacun des types dont il vient d'être question :

DÉSIGNATION des OUVRAGES.	TYPE n° 1 avec rigole couverte		TYPE n° 3 revêtements de		TYPE n° 2 *bis*.	TYPE n° 2 revêtements de	
	en briques.	en pierre.	0.50	0.60		0.50	0.64
	m. c.	m. c.	m. c.	m. c.	m. c.	m. c.	m. c.
Fouille, non compris la place des murs.....	24.703	24.750	25.346	25.346	24.541	25 821	25.821
Cube de la maçonnerie en général...........	7.663	7.616	11.279	12.996	11.797	12.145	12.145
Fouilles totales..........................	32.366	32.366	36.925	38.342	36.338	37.966	37.966
Maçonnerie en pierre de taille.............	»	0.078	0.389	0.389	0.084	0.084	0.084
— en briques..................	0.083	»	»	»	»	»	»
— en moellons smillés...........	2.091	2.091	2.091	2.091	2.091	1.918	1.918
— en moellons bruts.............	5.489	5.447	8.798	10.516	9.622	10.143	11.843
	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.	m. s.
Parement de la pierre de taille............	»	0.40	0.90	0.90	0.40	0.40	0.40
— de la maçonnerie de brique.......	0.46	»	»	»	»	»	»
— de la maçonnerie en moellons smillés....................	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	5.56	5.056
— de la maçonnerie en moellons bruts.	9.42	9.39	11.88	12.88	11.76	13.564	13.564

Y compris 0m,24 pour les piédroits et 0m,084 pour la dalle de la rigole.
— 0m,237 — et 0m,084 —

Métré du type n° 4.

1° Déblai intérieur à la maçonnerie...................	28mc,319
2° Maçonnerie totale, compris rigoles..................	14 400
Cube total...........	42mc,719

Les prix, d'ailleurs, sont très-variables (du simple ou double) suivant les terrains, les localités et longueurs des tunnels. Les moins longs et les plus faciles ont coûté 600 fr. environ par mètre, et les plus chers n'ont pas dépassé 1,000 fr., eu égard au bas prix de certains matériaux.

§ 3. — TYPES DE CINTRES ET PROFILS DE LA TRAVERSÉE DES PYRÉNÉES EMPLOYÉS POUR LES TUNNELS.

Chemin de fer du nord de l'Espagne.

Pl. 31. — Fig. 7, 8, 9, 10.

La traversée des Pyrénées comprend 26 kilomètres entre Olazagutia et Beasain ; sur ce parcours, on rencontre vingt-trois tunnels d'une longueur totale de 10 kilomètres et demi.

Ces tunnels sont percés dans un terrain de schiste calcaire de l'époque crétacée.

Ce schiste affectant, sur certains points, l'aspect ardoisier, et possédant la dureté même de l'ardoise là où il n'est pas décomposé, forme la base solide sur laquelle reposent tous les ouvrages.

Il est recouvert d'une terre argileuse provenant de sa décomposition à l'air. La couche de terre argileuse qui surmonte la roche schisteuse est d'une épaisseur assez variable ; elle est de 1 à 2 mètres à flanc de coteau, et atteint 10, 12 et même 20 mètres d'épaisseur dans certains ravins.

Quelquefois le schiste, décomposé à moitié par l'action de l'air, est demeuré à sa place primitive ; il est feuilleté comme le schiste lui-même, mais il ne présente qu'une faible consistance ; c'est le terrain que l'on désigne dans le pays sous le nom de *tuf*.

Les tunnels des Pyrénées traversent tous ces terrains à leurs états divers. Aussi les types employés en exécution ont-ils subi les variations les plus grandes, soit comme maçonnerie, soit comme boisage.

Mais on peut dire qu'en général les difficultés qu'on a rencontrées dans ces travaux ne sortent pas des conditions ordinaires des terrains de nature analogue. Partout où la roche était franche, le travail a été fait sans boisage, avec une grande facilité. Dans les points où elle était disposée par couches moyennes de nature variable, elle présentait une tendance au glissement. Il a été nécessaire de prévenir les éboulements par un boisage ordinaire.

Dans les parties de tuf et de terre argileuse, les blindages ont nécessité des soins particuliers, et les maçonneries ont augmenté d'épaisseur.

Le travail courant, dans l'un comme dans l'autre cas, a été facile et a pu se faire rapidement.

Les seules difficultés sont résultées d'éboulements, soit en terrains rocheux, soit dans les schistes décomposés, soit dans les argiles détrempées par les eaux. Pour relever ces éboulements, on a dû employer les types de boisage les plus solides, protéger les maçonneries adjacentes par des bandages en éventail, et construire les voûtes avec les précautions d'usage en pareil cas.

Les divers types indiqués Pl. 31 rendent d'ailleurs un compte complet des types de cintres adoptés dans les différents cas, avec leur cube, ainsi que les dispositions spéciales nécessitées par le plus ou moins grand degré d'avancement du travail lors des accidents à réparer.

§ 4. — PRIX ET DÉTAILS D'EXÉCUTION DES PRINCIPAUX TUNNELS DE DIVERS CHEMINS DE FER.

1. Chalifert. — Pour construire ce tunnel, on a commencé par les piédroits; le déblai de l'emplacement de la voûte a été entrepris à la fois par le milieu et par les extrémités du tunnel, en sorte que l'on a toujours eu quatre points d'attaque sans puits.

Un éboulement est survenu dans la partie centrale, par suite d'une interruption subite des travaux.

Les piédroits et la voûte sont enveloppés par un blocage en pierres sèches de $0^m,90$.

Aucun ouvrage d'assainissement contre les infiltrations n'a été nécessaire.

2. Armentières. — On a commencé par établir la voûte et terminé par les piédroits.

Un seul puits a été creusé pour activer le déblai.

Exécution en régie.

3. Nanteuil. — Voûte construite avant les piédroits.

Un très-grand éboulement, occasionné par la présence d'une source, a tenu dix-neuf hommes enfermés pendant dix jours; trois mineurs ont été surpris par un autre éboulement moins important.

Exécution en régie.

4. Chézy. — On a fait les piédroits, puis la voûte.

Fouille difficile; blindage exigeant de grandes précautions.

Plusieurs fois la couche d'argile formant ciel a été rompue, et les chantiers se sont trouvés envahis par des avalanches de boue liquide.

Les fondations descendues sous l'argile ont, en certains points, $4^m,25$ de profondeur.

5. Pagny. —Les puits, faits provisoirement et seulement pour des travaux d'essai, n'ont pas servi pour l'exécution définitive : tous les déblais sont sortis par les deux têtes.

Les suintements n'ont pas été considérables pendant l'exécution de la voûte, et c'est seulement lors de la fondation des piédroits que les eaux sont arrivées avec abondance.

6. Foug. — La voûte a été faite d'abord, les piédroits ensuite.

La veine d'eau a été faible dans les puits et n'a exigé qu'une dépense peu considérable; mais on a rencontré dans la galerie d'entrée les sources qui faisaient tourner un moulin du voisinage.

Les travaux ont été exécutés à l'entreprise, moyennant un forfait par mètre courant de tunnel, avec augmentation et diminution de prix déterminées à l'avance pour les augmentations ou réductions d'épaisseur qui pourraient être apportées aux maçonneries, pour construction de chape, etc. Ce marché s'est trouvé généralement favorable à l'entrepreneur.

7. Arschwiller. — Le tunnel du chemin de fer est contigu au tunnel du canal de la Marne au Rhin; il y passe sous ce canal, après s'en être tenu à une distance de 14 à 15 mètres, mesurée d'axe en axe dans la partie souterraine.

Les puits et la galerie centrale du tunnel du canal ont été utilisés pour les travaux du tunnel du chemin de fer, dont on a atteint l'emplacement par quatorze galeries transversales.

Ventilation par des appareils à force centrifuge.

La voûte a été construite d'abord; l'intrados est en portions d'arcs de cercle combinées de manière à laisser la plus grande hauteur possible aux piédroits dans le roc naturel.

Les travaux ont été exécutés entièrement en régie.

8. Hoffmuhl. — Axe en courbe de 800 mètres de rayon.

Ouvert dans un promontoire de grès disloqué par une foule de ruptures, ce tunnel a exigé de grandes précautions pour prévenir les éboulements.

9. Lutzelbourg. — Moitié de la longueur de ce tunnel est en courbe de 800 mètres de rayon

Terrain moins disloqué que dans le tunnel précédent.

10. 1er Du Bas-Rhin. — Partie de l'axe est en courbe de 800 mètres de rayon.

Voûte faite avant les piédroits.

11. 2e Du Bas-Rhin. — On a commencé par la voûte.

12. Haut-Barr. — On a commencé par la voûte.

13. Rilly. — Travaux préparatoires faits en régie; chemins de service sur plus de 7 kilomètres de développement; puits; galerie d'écoulement et d'alignement sur toute la longueur du tunnel.

A la suite, adjudication des travaux en deux lots.

Les boisages et les maçonneries ont dû être plus considérables dans la craie fendillée que dans la craie compacte.

Chaque puits se composait de deux compartiments ayant 2m,×2m, l'un; dans les sables aquifères, cuvelage en fonte.

Les eaux du tunnel et des puits ont été évacuées par la galerie d'écoulement sans épuisements.

Les piédroits ont été faits après la voûte.

14. De la Place de l'Europe (2e). Les moindres dimensions de largeur, de hauteur, et par conséquent de vide, s'appliquent à une longueur de 113m,91; le surplus est composé de trois voûtes de dimensions croissantes, placées bout à bout.

Exécution à ciel ouvert.

15. Montretout. — Axe en courbe de 800 mètres de rayon. Consolidation de galeries d'anciennes carrières affaissées sous les piédroits.

Mauvaise disposition des puits placés sur l'axe même du tunnel.

Maçonnerie maigre de moellons pour le remplissage des vides causés par des éboulements de sable, vers les reins de la voûte.

Voûte exécutée avant les piédroits.

16. Saint-Cloud. — Sources considérables, dans un puits seulement.

Piédroits construits après la voûte.

17 Belleville. — Les puits ont été abandonnés aussitôt après le percement de la petite galerie sur toute sa longueur.

On a pu faire écouler sans épuisements les eaux de source, en les dirigeant vers les cavités ou les fentes de la masse gypseuse.

18. Charonne. — Traversée difficile d'anciens cavages de carrières abandonnées (plus ou moins complétement remblayées), sur 100 mètres de longueur; nombreux éboulements, entonnoirs à la surface du sol.

Les eaux données par les éboulements ont été perdues en partie dans la galerie; des épuisements ont été faits dans les caves supérieures pour empêcher l'afflux de l'eau.

Des éboulements très-importants étant survenus dans les glaises mouillées de la tête d'amont, six mois après la mise en exploitation du chemin de fer, le tunnel a dû être prolongé de 70 mètres à ciel ouvert, sans modifier la marche des trains de marchandises. Cette seconde partie a coûté 1/3 en plus (par mètre courant) que la première partie du tunnel.

TABLEAU SYNOPTIQ

DE DIVERS CHEMINS DE

NOMS des TUNNELS.	TERRAINS TRAVERSÉS.	LONGUEUR entre LES TÊTES.	LARGE entre l PIÉDRO au niv des ra
		m.	m
CHALIFERT	Marnes verdâtres légèrement aquifères, s'éventant facilement et tombant par masses, reposant, vers la hauteur des naissances de la voûte, sur un banc de grès de $0^m,50$ d'épaisseur; sable à la partie inférieure..................	168.50	7.4
ARMENTIÈRES	Calcaire compacte, mélangé de marne et de sable, recouvert par une marne mêlée de couches de calcaire, de silex, de grès; glaise dans la voûte vers la tête de Strasbourg.....	656.00	7.4
NANTEUIL	Marne compacte, exploitable à la poudre, mais augmentant facilement de volume au contact de l'air; couches de grès et de calcaire..	944.00	7.4
CHÉZY-L'ABBAYE ..	Un quart de la longueur du tunnel est entièrement dans l'argile plastique, et le reste presque complétement dans le sable fin; le sommet de la voûte est partout dans l'argile et un peu au-dessous d'une masse de sable.............	452.80	7.4
PAGNY-SUR-MEUSE.	Calcaire marneux	571.66	7.4
FOUG............	Marne oxfordienne homogène et compacte, pouvant s'exploiter à la poudre et s'exfoliant à l'air..................	1.121.97	7.4
ARSCHWILLER.....	Roc vif de grès bigarré, minime quantité de terre sablonneuse..	2.678.26	7.4
HOFFMULH........	Grès vosgien divisé en gros blocs par de nombreuses fentes.	247.45	7.4
LUTZELBOURG.....	Grès vosgien assez compacte	439.25	7.4
BAS-RHIN (1er)....	Grès vosgien désagrégé à la surface d'affleurement.........	399.70	7.4
BAS-RHIN (2e).....	Idem..	493.20	7.4
HAUT-BARR.......	Grès bigarré à gros bancs	303.70	7.4
RILLY...........	Craie compacte et craie fendillée, se taillant facilement; sables aquifères à quelques mètres au-dessus de l'extrados près de la tête Reims................................	3.450.00	7.4
PLACE DE L'EUROPE (2e)...........	Gypse, sable et marne..................................	160.25	7.0 à 13.2
MONTRETOUT......	Marne et sables, carrières abandonnées sous le tunnel......	168.00	7.0
SAINT-CLOUD	Marne et gypse...	504.00	7.0
BELLEVILLE	Glaise et marnes mélangées, masses de gypse............	1.125.00	7.0
CHARONNE	Carrières ébauchées, glaises, marnes, gypse, glaises mouillées à la tête d'amont................................	1.020.00	7.6 / 7.0

TUNNELS ET SOUTERRAINS

ÇAIS (ANNÉES 1837 A 1853)

TEUR ma de TRADOS lessus rails.	SECTION du VIDE DU TUNNEL au-dessus des rails.	PUITS Nombre.	PUITS Profondeur, ensemble.	PARTIES revêtues EN MAÇONNERIE.	RADIER.	DURÉE de L'EXÉCUTION.
m.	m. sup.	m.	m.	Mètres linéaires.		
5.50	34.82	»	»	168m,50 voûtes et piédroits....	Néant.	18 mois.
5.50	34.82	1	?	656.00 id...........	Id.	35 mois.
5.50	34.82	»	»	944.00 id...........	Id.	41 mois.
5.50	34.82	»	»	452.80 id...........	Id.	32 mois.
5.50	34.82	?	?	571.66 id...........	Id.	33 mois.
5.50	34.82	2	66.17	1.121.97 id...........	Id.	37 mois.
5.50	34.82 36.67 Suivant les rayons de la voûte.	6 85m,40 de souterrains faits à ciel ouvert.	271.34	La voûte entière et 5.678m²,00 de piédroits....................	Id.	93 mois.
5.50	34.82	»	»	La voûte entière et 875m²,00 de piédroits....................	Id.	48 mois.
5.50	34.82	»	»	439m,25 voûte et piédroits.......	Id.	52 mois.
5.50	34.82	»	»	87m,00 de voûte et 16m,00 de piédroits ensemble.............	Id.	2 à 3 ans.
5.50	35.82	»	»	98m,00 de voûte et 106m de piédroits......................	Id.	4 à 5 ans.
5.85	34.82	»	»	109m,00 de voûte et 41m de piédroits......................	Id.	4 à 5 ans.
5.50	37.56	11 dont 2 abandonnés avant d'être achevés.	697.85	3.450m,00 voûte et piédroits.....	Id.	40 mois.
5.40 7.52	33.84 Pour la plus petite section.	Exécuté à ciel ouvert.		160.25 id...........	Id.	9 mois.
6.00	38.21	3	27.00	168.00 id...........	Id.	13 mois.
6.00	38.21	10	272.44	La voûte et les piédroits moins une surface de 850 mètres....	Id.	15 mois.
6.00	39.40	7	221.50	1.125 voûtes et piédroits........	Id.	22 mois.
6.00 6.05	39.40 Partie en souterrain. 40.94 A ciel ouvert.	7 70 mètres courants de tunnel exécutés à ciel ouvert.	Environ 170.00	1.020 id..............	Dans la partie de 70 m. de long faite après coup, la forme intérieure du souterrain est un ovoïde entièrement revêtu en maçonnerie.	22 mois.

TUNNELS

TABLE

DES DÉPENSES FAITES POUR L'ÉTABLISSEM

NOMS des TUNNELS.	LONGUEUR.	TOTAL des DÉPENSES.		TERRAINS.				TERR	
		Pour le tunnel entier.	Par mètre courant.	Dépense totale.	Surface par mètre courant.	Prix par mètre superficiel.	Prix moyen par mètre courant.	Cube total.	Dépense totale.
		fr. c	fr. c.	fr. c.	m.	f. c.	fr. c.	m.	fr.
Chalifert......	168.50	408.032.39	2.421.56	2.581.50	35	0.44	15.32	15.638.67	40.633.
Armentières ...	656.00	1.038.579.07	1.583.20	335.85	10	0.05	0.51	53.276.80	215.846.
Nanteuil	944.00	1.557.534.87	1.649.93	382.00	11	0.13	1.46	72.551.20	274.600.
Chézy-l'Abbaye.	452.80	1.034.923 68	2.285.61	234.75	10	0.05	0.52	40.389.58	106.805.
Pagny-s.-Meuse.	571.66	737.002.88	1.289.23	843.16	5	0.30	1.48	36.684.24	288.281.
Foug..........	1.121.97	1.566.824.50	1.396.49	29.685.00	32	0.84	26.46	70.780.90	485.233.
Arschwiller...	2.678.26	2.584.742.00	965.08	»	»	»	»	153.116.00	1.093.052.
Hoffmuhl......	247.45	284.017.10	1.147.78	»	»	»	»	16.168.77	125.787.
Lutzelbourg ...	439.25	395.745.26	900.96	»	»	»	»	24.105.36	200.750.
Bas-Rhin (1er)..	399.70	282.660.12	707.18	»	»	»	»	17.904.45	140.144.
Bas-Rhin (2e)...	493.20	364.890.50	739.84	»	»	»	»	19.554.69	179.546.
Haut-Barr	303.70	252.434.30	831.20	573.08	9	0.20	1.89	14.086.62	121.518.
Rilly	345.00	2.493.761.54	722.83	5.885.75	....	....	1.70	....	505.622.
Place de l'Europe (2e)......	160.25	239.851.14	1.496.73	»	»	»	»	23.000.00 environ.	50.251.
Montretout. ...	168.00	347.915.00	2.070.91	»	»	»	»	13.813.86 environ.	78.739.
Saint-Cloud....	504.00	1.098.720.00	2.180.00	»	»	»	»	35.862.80	208.004.
Belleville... ..	1.125.00	1.196.388.85	1.063.46	11.250.00	....	....	10.00	70.890.96	330.120.
Charonne......	1.020.00	1.131.976.76	1.109.78	10.200.00	....	....	10.00	88.806.02	316.546.

UTERRAINS

ICATIF

DIVERS SOUTERRAINS DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS.

ENT.			MAÇONNERIE.					BOISAGE Etaiements, blindages, cintres.		DÉPENSES DIVERSES Puits, égouts, épuisements, matér., éclairage, secours, trav. à la journée, indemnité, chem. de service, etc.	
par mètre courant.	Prix par mètre courant.	Prix moyen par mètre courant.	Cube total.	Dépense totale.	Cube par mètre courant.	Prix par mètre courant.	Prix moyen par mètre courant.	Dépense totale.	Prix moyen par mètre courant.	Dépense totale.	Prix moyen par mètre courant.
1.	fr. c.	fr. c.	m.	fr. c.	m.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
.81	2.60	241.15	7.261.45	163.212.27	43.09	22.48	968.62	161.555.99	958.67	40.069.18	237.80
.21	4.05	329.86	18.050.40	490.626.82	27.52	27.18	747.90	222.134.50	338.61	109.635.75	167.12
.86	3.78	290.09	25.764.00	677.800.00	27.29	26.31	718.01	298.700.00	316.42	305.052.87	323.15
.20	2.64	235.88	18.246.61	497.278.52	40.30	27.25	1098.23	335.008.63	739.86	95.596.60	211.12
.14	7.86	504.29	14.946.27	379.755.96	26.15	25.40	664.30	60.632.18	106.06	7.489.99	13.10
.10	6.85	432.48	26.424.21	597.098.92	23.55	22.60	532.19	124.026.31	110.54	330.780.96	294.82
.17	7.14	408.12	38.603.00	589.706.00	14.41	15.28	220.18	100.577.00	37.55	801.407.00	299.23
.34	7.78	508.34	5.545.49	96.573.44	22.41	17.41	308.27	14.750.35	59.61	46.905.54	99.34
4.8	8.33	457.03	7.749.85	135.698.32	17.64	17.51	308.93	15.662.30	35.66	43.634.32	189.56
.79	7.83	350.62	5.660.55	114.399.95	14.16	20.21	286.21	21.366.29	55.46	6.749.20	16.89
).65	9.69	364.04	7.173.43	144.246.87	14.54	20.11	292.47	30.807.59	62.46	10.289.83	20.87
3.38	8.63	400.13	5.408.32	96.613.57	17.81	17.86	318.12	17.900.03	58.94	15.828.93	52.12
»	»	146.56	38.001.78	879.454.60	11.02	23.13	254.91	220.784.65	64.00	882.014.20	255.66
3.53 viron.	2.18	313.58	5.066.02	127.169.90	31.61	25.11	793.57	35.150.00	219.35	27.279.88	170.23
2.23 viron.	5.70	468.68	5.713.80	143.288.75	34.01	25.08	852.90	64.424.41	383.48	61.462.84	365.85
1.16	5.80	412.70	13.357.00	397.190.44	26.50	29.74	788.08	189.675.44	376.34	303.849.87	602.88
3.01	4.66	293.44	21.515.25	449.184.53	19.12	20.88	399.28	303.433.34	269.72	102.400.98	91.02
7.06	3.57	310.34	20.637.42	423.093.31	20.23	20.50	414.80	294.600.75	288.82	87.536.25	85.82

TUNNELS E

DÉPENS

ET DURÉE DE LA CONSTRUCTION DE QUELQUES TUNNELS (EXTRA

NOMS DES TUNNELS.	LOCALITÉS.	DATES de l'ouverture des travaux.	DURÉE de l'exécution.	LONGUEUR totale.
			ans, m.	m.
Terre-Noire	R. Lyon à Saint-Etienne	1826	3	1.50
Cumptieh	R. Louvain	1835	2	92
Braine-le-Comte	R. Belge	»	»	64
Boratte	R. Rhénan en Belgique	»	»	»
Kilsby	R. Londres à Birmingham	1834	4	2.20
Bleekingley	R. Londres à Douvres	1840	2	1.21
Saltwood	R. Id.	1842		87
White-Hall	R. Exeter	»	»	»
Great-Western	R. Great-Western	»	»	»
Batignolles	R. Saint-Germain	1837	1.6	33
Montretout	R. Versailles	1838	1.1	16
Saint-Cloud	R. Id.	1837	1.3	50
Dix-huit tunnels	R. Liége à Aix-la-Chapelle	»	»	»
Rolleboise	R. Rouen	1841	2	2.61
Roule	R. Id.	1841	1.8	1.72
Venables	R. Id.	1841	1.8	26
Tourville	R. Id.	1841	1.6	46
Sainte-Catherine	R. Le Havre	1844	»	10
Rue Percée	R. Id.	»	»	8
Boulingrin	R. Id.	»	»	1.46
Cimetière-Saint-Maur	R. Id.	»	»	1.13
Mont-Riboudet	R. Id.	»	»	36
Pissy-Poville	R. Id.	»	»	2.20
Pissy-Poville	R. Id.	»	»	20
Le Banage	R. Id.	»	»	10

UTERRAINS

ROXIMATIVE

L'OUVRAGE DE M. TONY FONTENAY, CONSTRUCTEUR).

maxima des puits.	DÉPENSE approximative par mètre.	NATURE DU TERRAIN.	OBSERVATIONS.
m. 84	fr. 799	Schistes et grès houillers............	
29	850	Sable boulant et argile, eau.........	Ce tunnel s'est écroulé le 21 janvier 1845 sur 30m de long., à 80m de son origine.
»	1.200	»	Construit dans un sol difficile et revêtu de maçonnerie de briques, même au radier.
»	1.700	»	
50	3.410	Terre sable, beaucoup d'eau.........	
28	1.992	Argile bleue, wealdienne, très-dure, sable avec beaucoup d'eau	Le radier est revêtu en maçonnerie; ce tunnel a été construit à l'aide de 12 puits.
29	3.664	Sable vert, beaucoup d'eau	Id.
»	1.451	»	La largeur de chacun de ces tunnels est comprise entre 6 et 8 mètres.
»	2.709	»	
18	2.380	Gypse, sable, marne, sans eau.......	
10	2.071	Marne, grès, sable boulant, peu d'eau.	
»	2.180	Marne verte, gypse, eau............	
»	1.250	»	Revêtus de une à quatre épaisseurs de briques.
87	1.105	Craie dure et silex, peu d'eau.......	
55	1.105	Craie dure et silex, peu d'eau.......	
30	1.105	Peu d'eau, craie, argile et silex......	
32	1.105	Id.................	
131	1.000 à 1.200	Craie glaucomieuse, mélangée de bancs siliceux et de rognons de silex, beaucoup d'eau..............	En courbe de 750m de rayon sur la moitié de la longueur.
16	Id.	Même terrain, peu d'eau............	En courbe de 950m de rayon.
21	Id.	Id..................	En courbe de 1.600 de rayon sur 500 de long en rampe de 0m.00535.
27	Id.	Id..................	En rampe de 0m.00535.
26	Id.	Id..................	En courbe de 800m de rayon et en rampe de 0m.0053.
66	Id.	Id..................	En rampe de 0m.005,
28	Id.	Id..................	En courbe de 1.200m de rayon et en rampe de 0m,005.
...s de puits.	Id.	Id..................	En courbe de 1.000 de rayon et en rampe de 0m.0055.

PRIX DE QUELQUES TUNNELS

dans divers pays.

Voici encore, pour compléter ce chapitre, le prix de quelques tunnels exécutés en France, en Angleterre et en Belgique.

	Prix du mètre courant.
Terre-Noire, chemin de Lyon à Saint-Étienne. Longueur, 1,500 mètres.....	700 fr.
Cumptieh à Louvain. Longueur, 925 mètres	850
Braine-le-Comte (Belge). Longueur, 641 mètres	1,200
Boraste (Rhénan en Belgique)	1,700
Kilsby (Londres à Birmingham). Longueur, 2,204 mètres	3,410
Bleckingley (Londres à Douvres). Longueur 1,210	1,992
Saltwood (Londres à Douvres). Longueur, 872 mètres	3,664
Batignolles (Saint-Germain). Longueur, 333 mètres	2,380
Montretout (Versailles). Longueur, 163 mètres	2,071
Saint-Cloud (Versailles). Longueur, 504 mètres	2,180
Venables (Rouen). Longueur, 265 mètres	1,105
Tourville (Rouen). Longueur, 465 mètres	1,165
Sainte-Catherine (Havre). Longueur, 105 mètres	1,000 à 1,200
Boulingrin (Havre). Longueur, 1,460 mètres	1,000 à 1,200

CHAPITRE II

ABRIS CONTRE LA NEIGE

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Dans les lignes nouvellement construites, il est très-difficile de déterminer, dès l'origine, les points où se produisent le plus fréquemment des accumulations de neige pouvant entraver l'exploitation de la voie. Ce n'est qu'après plusieurs années d'observation qu'il est possible de reconnaître les endroits les plus exposés et de prendre les mesures nécessaires pour permettre un service continu sur la ligne.

Toutefois il est reconnu, d'après l'expérience acquise, que les points donnant lieu aux encombrements sont ceux où les vents trouvent un obstacle; de plus, les tranchées de peu de profondeur s'enneigent plus facilement que les tranchées profondes ou boisées.

En effet, quoique la masse de neige tombant dans deux tranchées de profondeur différente soit peut-être plus considérable pour la plus profonde, par suite de la tourmente occasionnée par le vent qui vient agir dans les couches d'air tranquille de la tranchée, cette neige peut cependant se déposer sur de plus grands talus, et n'atteint la voie qu'au bout d'un temps assez long.

Aussi faut-il ménager un espace suffisant entre les paraneiges, haies ou cavaliers que l'on établit aux abords de la voie et du côté des vents régnants, afin de permettre à la neige de se déposer.

EFFETS DE L'ENNEIGEMENT.

Pl. 32. — Fig. 1 et 2.

On sait que les dépôts de neige, dans les tranchées, sont le résultat d'un courant d'air troublé dans sa marche. Le tourbillon de neige cherche à déplacer les couches d'air des chemins creux qu'il rencontre; par suite, il s'infléchit et se dilate vers le bas, il laisse donc

déposer une partie de la neige, et va frapper le talus opposé d'où il est renvoyé au dehors sous l'angle d'incidence. Cet effet se reproduit jusqu'à ce que toute la tranchée soit remplie.

Les figures 1 et 2 de la planche 32 représentent l'effet de ces tourmentes dans des tranchées de même profondeur à talus roides ou adoucis.

D'après les observations faites, on a reconnu que les tranchées se comblaient en forme de cuvette, le point le plus profond se trouvant au dixième de la largeur à partir de l'axe.

Il résulte de là, que pour diminuer l'enneigement autant que possible, il faut faire les talus très-plats. Aussi, quand les tranchées n'ont qu'une faible profondeur, c'est-à-dire 1 mètre à $1^m,50$, il est avantageux et économique d'acheter une largeur de terrains suffisante pour donner aux talus une base de 4 à 5 pour 1, et de déposer les déblais sur le côté sous forme de cavaliers de $0^m,30$ à $0^m,60$ de hauteur.

L'arrangement du talus du côté du vent, pour ces tranchées peu profondes, revient à $1^f,50$ environ.

On peut se préserver plus efficacement encore en élargissant la tranchée par une banquette de $2^m,50$ à 4 mètres de largeur, établie du côté des vents dominants, et en construisant de plus un cavalier de $1^m,20$ à $1^m,50$ de hauteur, placé à une certaine distance de la crête du talus.

ACTION DES PARANEIGES.

Pl. 32. — Fig. 3.

Lorsque les tranchées sont profondes, l'aplatissement d'un talus ne suffit pas; on emploie alors des haies de $1^m,60$ environ, formées de fagots ou broussailles, consolidées par des fils de fer et placées à 5 ou 6 mètres de la crête du talus.

Si l'on ne peut établir ni cavaliers, ni banquettes, on les remplace par des clôtures en planches, placées de 7 à 10 mètres en arrière de la crête des talus, ou par des plantations de haies vives ou d'épicéas et autres arbustes de croissance rapide, que l'on plante sur trois rangs parallèles ou en massifs.

L'action des paraneiges ainsi disposés est facile à comprendre :

Si le vent est faible et de peu de durée, l'écran arrête la neige qui tombe du côté du vent; il se forme en avant et au pied de l'écran un petit triangle de neige.

Quand le vent est violent, le triangle finit par atteindre la tête, et la neige, passant de l'autre côté, se dépose au pied du paraneige dans un milieu relativement tranquille et n'arrive que rarement jusqu'à la voie.

Pour atteindre ce but, il faut que les palissades ou paraneiges, quelle que soit leur espèce, se trouvent à une assez grande distance de la crête du talus, afin que les tranchées ne soient pas exposées à être coupées par le talus de neige qui se forme derrière l'écran.

DISPOSITION DES ÉCRANS PARANEIGES.

Les tranchées les plus exposées aux encombrements par la neige sont celles qui traversent les plateaux en suivant une direction perpendiculaire aux vents régnants.

Dans ce cas la meilleure disposition à donner aux paraneiges consiste à les placer parallèlement à la voie.

Si le vent prend les tranchées en biais, on termine les écrans par des retours obliques. Le retour d'amont vient jusqu'au bord de la tranchée et le retour d'aval renvoie le courant de neige longitudinal et le détourne de la voie.

Les tranchées enfilées par le vent s'enneigent rarement.

Lorsque la voie en déblai est courbe, il faut donner une issue au courant de neige en pratiquant une brèche dans le talus concave à l'origine de la courbe.

Il faut remarquer enfin que l'enneigement se produit bien plus rarement sur les lignes tracées sur le penchant des montagnes que sur celles qui traversent de grands plateaux, où l'action du vent se fait sentir avec bien plus de force.

Pour préserver la voie en pays de montagnes, lorsqu'elle est établie au fond d'une gorge étroite, sur le flanc de coteaux à pic ou enfin dans la région des avalanches, on

peut construire des tunnels en maçonnerie, surmontés d'un plan incliné. Aux endroits où la gelée désagrége les rochers on établit des digues en terre ou en charpente et maçonnerie, enfin on combat les amoncellements de neige dus à l'effet des vents, au moyen de plantations ou de parois en planches.

§ 2. — ENLÈVEMENT DES NEIGES.

Quoique ce paragraphe s'attribue à la section de l'Entretien de la voie, nous croyons utile de donner dès à présent quelques détails sur l'organisation des moyens d'action propres à faire disparaître les encombrements de neige qui peuvent se produire malgré l'emploi des moyens préventifs dont nous venons de parler, et pour les quels nous donnons plus loin les dispositions les plus pratiques, tant au point de vue de la facilité d'installation que de l'économie.

Lorsque la neige ne s'élève qu'à une faible hauteur sans être trop serrée, les ouvriers l'enlèvent de la surface des rails à l'aide d'une pelle et d'un rateau en bois, au fur et à mesure de sa chute.

Les trains peuvent d'ailleurs circuler sur une voie couverte de 25 centimètres de neige, mais il faut toutefois débarrasser la plate-forme, soit à bras, soit à l'aide d'un chasse-neige, sans quoi, si la chute se prolonge, les ornières formées finiraient par se remplir, surtout pendant un froid très-vif.

Quand la couche devient plus épaisse et atteint $1^{m},50$ à 2 mètres de hauteur, il faut employer les chasse-neige que l'on place en tête des trains.

Mais lorsque le vent chasse la neige directement des champs dans les tranchées, tous les moyens employés pour détruire les encombrements sont inutiles, car la neige est ramenée au fur et à mesure par le vent vers le point que la pelle ou le traîneau lui a fait quitter.

Aussi, lorsque la neige est très-dense et s'élève à une grande hauteur, les charrues à neige ne suffisent plus pour frayer la voie, et la main de l'homme devient indispensable pour rétablir la circulation.

Charrues-chasse-neige.

Les charrues en tôle de différentes hauteurs, suivant l'épaisseur de la couche de neige, se fixent à l'avant de wagons spéciaux qui doivent être suffisamment lestés pour ne pas dérailler sous la pression exercée par les amas de neige.

En Bavière on emploie des charrues montées sur des trucs particuliers qui se composent de deux surfaces inclinées se rencontrant à angle droit et formées d'un revêtement en forte tôle reposant sur un bâti en charpente.

Lorsque la hauteur de neige devient considérable, on remplace ces charrues par des chasse-neige montés sur roues et poussés par la locomotive. Ces appareils se composent alors d'une forte charpente montée sur un train à six roues et revêtue d'une enveloppe en tôle ayant la forme d'un coin à faces concaves qui s'élève à $2^{m},50$ de hauteur totale au-dessus des rails.

Des chasse-neige analogues fonctionnaient autrefois sur les lignes de la Compagnie autrichienne des chemins de fer de l'État; mais on reconnut qu'en raison de leur forme ces appareils tendaient à refouler la neige sur les côtés et à la comprimer également en avant.

L'on a alors étudié une forme d'appareil employée depuis l'année 1862 et qui donne d'excellents résultats.

La surface de ces chasse-neige se compose de quatre parties distinctes :

1° Une paroi latérale plane, située à la base et à l'arrière, et légèrement inclinée en dehors de bas en haut, qui sert à comprimer la neige rejetée hors de la voie, et détermine la largeur de la tranchée à ouvrir;

2° Dans l'angle des deux parties de cette paroi, une surface gauche dont la génératrice

parallèle à un plan perpendiculaire à l'axe de la voie horizontale à l'avant de l'appareil se relève progressivement vers l'arrière jusqu'à prendre l'inclinaison de la face plane avec laquelle la surface se raccorde; sa fonction consiste à enlever la neige et à la rejeter hors du profil de la tranchée à ouvrir;

3° Une seconde surface gauche rencontre la précédente de manière à couper toutes ses génératrices à une longueur égale de l'arête latérale entre la paroi plane et la première surface. La génératrice de cette seconde surface s'appuyant sur cette courbe d'intersection et restant constamment parallèle à un plan incliné à 30 degrés sur le plan et la voie, fait avec le plan médian un angle qui varie de 0 à 30 degrés de l'avant à l'arrière.

4° Enfin une quatrième surface forme un volet incliné tout à l'arrière pour éloigner le peu de neige qui pourrait faire obstacle à la marche rétrograde.

Ces diverses surfaces sont formées de planches de 0,04 d'épaisseur, recouvrant la charpente du véhicule et garnies de tôles de 0,0033 d'épaisseur. Les volets d'arrière sont en tôle plus forte de 0,0055 et supportés par un châssis sans planches.

Les dimensions principales de ces chasse-neige sont les suivantes :

Longueur, non compris les volets d'arrière	5m,689.
Largeur au bas	2m,924.
Largeur maxima en haut	3m,319.
Hauteur totale	3m,477.
Élévation de l'arête inférieure du soc, au-dessus des rails	0m,080.
Diamètre des roues d'avant	0m,790.
— d'arrière	0m,948.
Distance de l'essieu d'avant à l'arête d'avant du soc	2m,213.
Distance entre les deux essieux	2m,766.

Dans les courbes de petit rayon, ces appareils deviennent inapplicables. Alors, pour la ligne de Steierdorf exploitée par la même Compagnie, on emploie de simples socs de charrue appliqués à l'avant de la locomotive dans l'axe des cylindres et inclinés à 45° sur la voie. Lorsque la neige atteint une épaisseur de 0,30 à 0,40, on ajoute à ces socs un bec portatif.

Une disposition semblable est appliquée sur les chemins de fer badois.

ENLÈVEMENT DES NEIGES EN TRANCHÉES OU EN REMBLAIS.

Pl. 32. — Fig. 4 et 5.

C'est dans les tranchées que la neige s'amoncèle le plus facilement; cependant elle s'accumule aussi quelquefois en assez grande quantité sur la plate-forme des remblais situés au milieu de grandes plaines.

Dans ces deux cas, le déblayement se fait de la manière suivante :

On attaque alors la neige en ouvrant, dans toute l'épaisseur de la couche, une cunette (1) de la largeur d'une des voies, en choisissant la moins encombrée ou celle sur aquelle doivent arriver les premiers trains.

Quand cette voie est ainsi déblayée, on fait avancer une machine précédée d'un chasse-neige qui élargit la base de la cunette (2).

Les trains peuvent alors traverser la tranchée, les hommes ayant soin de pratiquer des petites niches dans la neige pour se garer des trains, qui doivent toujours annoncer leur arrivée au moyen du sifflet.

Les ouvriers déblayent enfin à la pelle toute la plate-forme du ballast de chaque côté de la cunette (3), en rejetant les neiges de manière à former des cavaliers sur la crête des talus.

Il faut d'ailleurs avoir soin de dresser la surface de ces cavaliers aussi plane que possible pour ne pas présenter d'obstacle au vent, car la plus légère proéminence devient le point de départ d'un amoncellement.

§ 3. ECRANS-PARANEIGES ET PALISSADES.

PARANEIGES DES CHEMINS BAVAROIS.

Sur les chemins bavarois les embarras de neige les plus sérieux se produisent lorsque le vent d'ouest souffle avec force. On protége les tranchées par des plantations de sapins, ou au moyen de paraneiges en planches.

Souvent aussi on établit des levées en terre à une certaine distance de la crête des talus et du côté d'où vient le vent.

Lorsqu'il s'agit de garantir des remblais, on défend la plate-forme à l'aide de plantations sur les talus, ainsi qu'on le voit pour le remblai près de Geislingen, qui a 15 mètres de hauteur.

PARANEIGES DES CHEMINS AUTRICHIENS.

Pl. 32. — Fig. 6, 7 et 8.

Dans la traversée du Karst, situé à l'extrémité méridionale du chemin de Vienne à Trieste, les encombrements se produisent sous l'action d'un vent très-violent venant du nord-est et qui varie quelquefois depuis le nord jusqu'à l'est.

L'aridité du sol ne permettant pas d'élever des plantations, la ligne est défendue au moyen d'écrans de 5 à 6 mètres de hauteur en planches (fig. 6), ou mieux en vieilles traverses (fig. 7), destinées à être remplacées par des écrans définitifs en maçonnerie (fig. 8). Ce remplacement n'a lieu que lorsqu'on a reconnu l'efficacité des premiers paraneiges en bois; ceux-ci devenant alors disponibles servent à faire, plus loin, d'autres applications.

PALISSADES DU CHEMIN DE FER DU PACIFIQUE.

Pl. 32. — Fig. 9 à 14.

Pour garantir la voie de fer contre la neige, on a construit, sur le chemin du Pacifique, de nombreux abris en planches ou madriers placés à une certaine distance de la voie.

Le long des parties de la voie exposées aux amoncellements de neige, on dispose plusieurs rangées, à peu près parallèles, de palissades ou écrans dont les directions légèrement circulaires sont orientées par rapport au vent régnant. On en met deux, trois et jusqu'à quatre rangées, la première à 20 ou 30 mètres du chemin de fer, les autres à 10 ou 15 mètres d'intervalle.

Il y a deux modes adoptés pour l'établissement de ces palissades.

Dans le *premier système* (*fig.* 9, 10 et 11) on forme un cadre vertical avec trois planches brutes dont l'une, posée de champ sur le sol, y est fixée à l'aide de piquets et de fils de fer, tandis que les deux autres, qu'on incline, se croisent aux trois quarts de leur hauteur.

Deux cadres semblables étant placés à 3 ou 4 mètres d'intervalle, on cloue sur l'un et l'autre, du côté du vent, des planches horizontales et à claire-voie.

Les palissades du *second système* (*fig.* 12, 13 et 14) sont encore plus faciles à déplacer que les précédentes, lorsqu'on a reconnu que leur emploi était inutile dans l'endroit où on les avait établies d'abord.

On incline alternativement et on appuie les uns contre les autres des panneaux formés de planches clouées à claire-voie sur deux traverses horizontales. Tous ces panneaux sont fixés du pied par des piquets et on soutient par des étais ceux qui auront à supporter le poids de la neige.

On garde en tas les panneaux ou les madriers jusqu'à ce qu'il y ait utilité à les mettre en place, en les garantissant par des planches contre la pluie et le soleil.

§ 4. — HANGARS ET TUNNELS CONTRE LA NEIGE.

HANGARS A NEIGE DES MONTAGNES-ROCHEUSES.

Pl. 32. — Fig. 15.

Dans les Montagnes-Rocheuses, où le relief du sol est peu accidenté et où l'on n'a par suite à redouter que la neige chassée par le vent, on se contente d'établir des constructions légères en charpente et formant de longs hangars au-dessus de la voie.

Deux montants de sapin bruts sont surmontés d'une pièce horizontale et soutenus à leur sommet par un étai qui s'appuie sur le talus de la tranchée et que soulage un deuxième étai dont la base repose contre le pied du montant ou sur un point de sa hauteur.

Des planches disposées horizontalement et à claire-voie recouvrent entièrement une série de cadres de ce genre.

TUNNELS EN CHARPENTE DE LA SIERRA-NEVADA (ÉTATS-UNIS).

Pl. 32. — Fig. 16 et 17.

Lorsque les avalanches sont à redouter, les hangars à neige deviennent insuffisants, et il faut les remplacer par de véritables tunnels en charpente ou en maçonnerie très-solidement construits.

Ainsi dans la traversée de la Sierra-Nevada, on n'a pas seulement à craindre l'accumulation de neige produite par le vent; il faut aussi que les abris puissent résister à des avalanches dans lesquelles des quartiers de rocs sont parfois entraînés.

Quand la voie est établie à flanc de coteau, la couverture des tunnels en bois n'a qu'un seul versant dirigé vers le précipice; lorsque la ligne passe au fond d'une gorge, la toiture est à deux versants à pente raide.

On a, très-heureusement, trouvé sur place tous les bois nécessaires et des chutes d'eau pour faciliter la mise en œuvre, ce qui a permis d'établir ces tunnels avec une grande économie.

La carcasse est en sapin simplement écorcé, taillé grossièrement aux faces de jonction et assemblé avec des boulons. Les planches composant la couverture sont disposées à recouvrement ainsi que les planches qui ferment les parois latérales.

Le développement total de ces galeries en bois atteint une longueur d'environ 80 kilomètres et leur prix de revient moyen a été de 29,500 francs par kilomètre.

L'ensemble ne forme pas un tunnel continu; des intervalles, ménagés sur les points où le péril est moindre, donnent de l'air et de la lumière.

On enlève, dans le même but, au moins pendant la belle saison, la partie supérieure du revêtement en planches des parois du tunnel.

Les ingénieurs se préoccupent du danger du feu et de l'éventualité de propagation indéfinie d'un incendie dans ces galeries de bois; aussi est-il question d'y intercaler des anneaux métalliques.

TUNNELS EN MAÇONNERIE DU CHEMIN SUPÉRIEUR DU MONT-CENIS.

Pl. 32. — Fig. 18.

Lorsque la voie se trouve à flanc de coteau, et que l'on peut disposer de grandes quantités de pierres ou débris de rochers provenant du percement de la ligne, on établit les abris contre les avalanches ainsi qu'il a été fait pour le chemin de fer supérieur du Mont-Cenis.

Après avoir construit un tunnel à piédroits et à voûte en plein cintre, le long de la paroi verticale du rocher, on dispose au-dessus de la voûte un remblai en rocaille que l'on recouvre à l'aide d'une sorte de perré en pierres de très-grandes dimensions formant une surface lisse, inclinée suivant la pente du flanc de la montagne, et qui ne puisse opposer aucun obstacle au glissement des neiges.

Moyens employés pour traverser les amoncellements de neige

sur les Chemins de fer allemands.

Extrait d'une note de M. GOSCHLER, Ingénieur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

BAVIÈRE. — *Exploitation en hiver.* — En temps de neige chaque garde-ligne est accompagné de deux hommes. Quand la neige devient très-abondante vers minuit, les hommes vont appeler les ouvriers supplémentaires dans les villages environnants; ceux-ci sont habitués aujourd'hui à se rendre aux points accoutumés. Quand les brigades sont réunies, elles attaquent la neige en pratiquant des tranchées et en enlevant la neige sur $1^m,45$ à un $1^m,75$ de largeur et sur toute la hauteur. La voie ainsi déblayée, on fait avancer la machine, précédée d'un traîneau pesant 15,000 kilogrammes, qui est une sorte de wagon à six roues garni de lames de tôle en forme de charrue.

Les hommes ont soin de pratiquer de petites niches dans la neige pour se garer du train, qui doit toujours siffler pour annoncer son arrivée.

Dans les grands amoncellements de neige, l'ouverture des chemins se fait en trois opérations distinctes :

1° Cunette ouverte à bras d'hommes ;

2° Élargissement fait avec la machine ;

3° Enlèvement des neiges à bras d'hommes.

Pour frayer, il vaut mieux atteler la machine du traîneau immédiatement au train ; autrement il peut se faire que si la machine-pilote marche en éclaireur, il se forme un nouvel encombrement en arrière, et elle se trouve bloquée sans pouvoir revenir.

Quand il faut franchir un obstacle, on élève la tension de la vapeur jusqu'à 8 et 9 atmosphères.

Les embarras de neige les plus sérieux sont ceux qui se produisent quand le vent souffle de l'ouest, le voehne, et donne avec force : c'est ce que les Allemands appellent *Schneewehen*, tourmentes de neige qui arrivent généralement dans les mois de février et mars, entre dix et onze heures de la nuit : il est très-rare que l'orage éclate pendant le jour.

Dans ce cas, il arrive que les trains sont arrêtés, et que trois machines même, attelées à la suite l'une de l'autre, sont prises dans la neige.

Lorsque la neige est tombée avec trop d'abondance, au point d'empêcher les ouvriers de secours de sortir des villages, la voie ne peut être frayée immédiatement, et la machine ne peut plus passer. Les trains restent alors en place pendant un laps de temps plus ou moins long, suivant la localité où se produit l'encombrement. Ainsi, dans la partie de la ligne la plus élevée, où le climat est le plus rude, où les hommes ont le plus de vigueur, entre Kempden et Kaufbeüren, vers Gunznach, située à 427 mètres au-dessus du niveau du lac de Constance et à 812 mètres au-dessus de la mer, le stationnement des trains ne dure guère que quelques heures; mais vers Schwabmünchen, entre Buchloe et Augsbourg, à l'altitude de 500 mètres, où les hommes sont moins aguerris, moins forts, moins exercés, l'arrêt des trains dure quelquefois un et même deux jours.

Les ouvriers supplémentaires sont payés à raison de $1^f,30$ pour huit à neuf heures de travail de jour, ou cinq à huit heures de nuit.

L'administration ne leur donne pas de vivres; avant de quitter leurs demeures, ils prennent une solide nourriture et emportent au travail un morceau de pain.

Dans les remblais ou levées, il faut avoir grand soin de dégarnir toute la surface de la plate-forme de la neige qui s'y amoncelle; le moindre amoncellement deviendrait une cause d'embarras; aussi doit-on commencer par frayer la voie, puis, une fois le train passé, on achève le déblai de neige en ménageant des surfaces planes, afin de présenter au vent le moins d'obstacles possible.

SEPTIÈME SECTION

GARES ET STATIONS
BATIMENTS DIVERS

CHAPITRE I
DISPOSITION GÉNÉRALE

§ 1er. — TRACÉ DES VOIES DANS LES GARES.

1° NOMBRE DE VOIES.

Le nombre des voies à établir à l'intérieur d'une gare de tête de ligne ou au passage d'une station intermédiaire, dépend évidemment de l'importance et de la nature du trafic. Il peut aller jusqu'à six et huit voies, lorsqu'on a peu de temps pour remiser les trains entre des arrivées successives, car alors on ramène les voitures sur les voies du milieu, où on les remise provisoirement.

Lorsque le nombre des voies est insuffisant, on est même conduit à les prolonger au delà des trottoirs, pour avoir un plus grand garage, ainsi que cela s'est fait à la gare de Mulhouse (Est) et à celle de Lyon à Paris.

2° ÉCARTEMENT DES DIVERSES VOIES DANS LES GARES.

Les différentes voies d'une gare sont raccordées entre elles par des plaques tournantes, des aiguillages ou des chariots parallèles.

Les aiguillages permettent de ne laisser que l'écartement ordinaire entre deux voies voisines; on sait que cet écartement est pour les voies principales de deux mètres entre les bords des rails, et que la largeur d'une voie varie de $1^m,44$ à $1^m,45$ entre les bords intérieurs des rails.

Mais lorsqu'on adopte les plaques tournantes, ce qui peut se faire aux gares où tous les trains s'arrêtent, on est souvent obligé d'écarter les voies de $5^m,25$ ou de $5^m,40$ d'axe en axe, car on aura des plaques tournantes qui ont des vagons de $5^m,50$ de longueur à manœuvrer; ou bien alors il faut faire chevaucher diagonalement les appareils les uns sur les autres, en les reliant par des bouts de voie oblique, afin de n'avoir qu'un écartement moindre, ainsi qu'on le voit à la gare de l'Est à Paris.

D'ailleurs, on donne une surlargeur d'espacement aux voies principales, dès l'entrée de la station, et ceci se fait en écartant les deux voies d'une égale quantité de l'axe du chemin.

Pour les voies latérales devant recevoir un train qui ne subit aucune manœuvre, on garde le même écartement de deux mètres des voies principales. Mais, dès que cette voie latérale a une autre destination, par exemple pour la reconnaissance du matériel prêté à une compagnie, il faut ménager $2^m,50$ d'entre-voies, afin qu'un homme puisse circuler.

La première voie de garage disposée le long de l'une des voies principales dont l'écartement est de 2 mètres, doit être à une distance de 6 mètres à $6^m,50$ de cette voie, pour que l'on puisse manœuvrer sur les plaques tournantes des voies de garage pendant qu'un train passe sur la ligne principale.

3° ÉCARTEMENT DES VOIES DANS LES REMISES.

Dans les remises de voitures simples, il suffit de 3m,50 à 3m,60 de largeur entre les voies. Mais s'il faut pouvoir nettoyer le véhicule, on donne 4m,50 pour laisser passer facilement les hommes.

De même, on donne un écartement de 4m,50 dans les remises de réparation des wagons et pour les remises de locomotives où l'on nettoie les petites pièces.

Dans les ateliers de machines, il faut donner de 5m,50 à 6m,00, afin de permettre un travail facile tout autour de la machine.

4° LONGUEUR DES VOIES.

La longueur des voies de stationnement ou de garage doit correspondre à celle des trains. Si le service de l'exploitation peut prévoir une composition de trains comprenant jusqu'à 120 essieux, il faudra ménager à ces voies une longueur de 420 mètres entre les poteaux d'arrêt. Dans certains types on a pris 500 mètres pour prévoir l'avenir du développement des constructions.

L'emplacement de ces voies est déterminé par le tableau de la marche des trains.

La longueur des voies de service varie, ainsi que leur nombre, avec l'importance du trafic. Ici encore, comme pour les voies de garage, il faut se ménager les moyens de les augmenter.

§ 2. CLASSIFICATION DES STATIONS.

Pl. 33. — Fig. 1 à 17.

Pour l'établissement des projets de stations sur le parcours d'une ligne, l'ingénieur doit prendre en considération les divers éléments qui constituent cette question complexe et dont les points principaux peuvent se résumer ainsi :

1° Service des voyageurs ;

2° Service des marchandises, ou commercial ;

3° Service du matériel, ou personnel.

L'importance des deux premiers dépend du chiffre de la population appelée à profiter de la station projetée ; il faut aussi tenir compte de la direction principale du mouvement des voyageurs ainsi que des marchandises ; de plus, pour ces dernières, il faut connaître leur nature ; l'on doit également tenir compte des besoins et des usages du commerce de la localité, etc.

Quant aux besoins du service du matériel d'exploitation, ils sont plus faciles à apprécier que les précédents. On détermine, par analogie, le nombre probable des trains et leur espèce, la durée du parcours, les points de départ et d'arrivée, le parcours des locomotives et les stations qui fournissent les machines de réserve, l'alimentation des locomotives en eau et en combustible, les ateliers de réparation et les magasins.

Les conditions à remplir établissent alors une classification naturelle des diverses stations de la ligne, en allant de la simple halte jusqu'aux stations principales et aux stations de rebroussement ou gares de tête de ligne.

Comme il y a dans toutes ces classes des variations considérables motivées par les conditions locales, etc., nous nous bornerons à indiquer les types les plus généralement employés.

Une condition indispensable et générale pour toutes les stations, quelle qu'en soit l'importance, est d'y établir les voies en palier, afin de permettre le démarrage facile des trains dans les deux sens.

1° STATION POUR SERVICE DE VOYAGEURS SIMPLE.

Pl. 33. — Fig. 1.

Cette station a pour but de desservir une localité peu fréquentée par les voyageurs et fournissant une petite quantité de marchandises.

La station rudimentaire consiste en un point indiqué ou halte. On établit un quai le

long de la voie unique et une maison de garde pour le garde du passage à niveau et de la gare; dans cette maison, il y a une simple salle pour les voyageurs. L'on trouve ce type en plusieurs points de la ligne de la Méditerranée.

Lorsque le nombre des voyageurs est plus considérable, et sur les lignes à double voie, on établit un chemin d'accès avec une cour permettant aux voitures d'y tourner, un local pour vendre les billets, abriter les voyageurs et les colis, et servant d'habitation à l'employé, enfin une annexe renfermant des latrines; de plus on dispose un trottoir de chaque côté des voies. (Pl. 33, fig. 1.)

Ces haltes sont généralement situées au voisinage d'un passage à niveau. Elles doivent en être assez éloignées pour que l'arrêt des trains n'entrave jamais la circulation. En France, le nombre des voitures à quatre roues peut s'élever à 24 et former ainsi un train de 180 mètres de longueur environ; en Allemagne, certains trains comptent jusqu'à 360 mètres. Le centre de la halte pourra donc être placé à 180 mètres de la barrière, mais rien n'empêche de rapprocher le bâtiment du passage, afin d'éviter l'allongement du chemin d'accès, sauf à prolonger les trottoirs du côté opposé au passage à niveau.

Lorsque, avec la voie unique, l'on a une voie de garage, outre le trottoir qui longe la voie du côté du bâtiment, il faut placer un second trottoir entre la voie principale et la voie de garage, et l'on dispose cette voie de garage de façon à ce que les aiguilles de raccordement se trouvent, par rapport au passage à niveau, du même côté que la station.

Si, dans le cas précédent, on suppose qu'il faudra plus tard établir deux voies, on placera les trottoirs en dehors des voies principales et de garage, et alors il faut avoir fait traverser les voies aux voyageurs avant l'arrivée des trains.

La halte pour voie double se complète par une communication entre les deux voies, en disposant l'aiguille de façon à ce que les trains la prennent en queue, à moins que l'on ne soit dans une gare où tous les trains s'arrêtent. Si la station est au sommet d'une rampe, la jonction doit être placée du côté opposé à la rampe.

Dans les stations de banlieue, le bâtiment des voyageurs est souvent au-dessus des voies au lieu d'être sur le côté, ainsi sur le chemin de Paris à Auteuil; l'on a alors l'avantage de n'avoir à traverser les voies dans aucun cas, mais le service des bagages et messageries devient plus incommode.

2° STATIONS DE VOYAGEURS A REMISE DE VOITURES.

Pl. 33. — Fig. 2 et 3.

Pour économiser les frais de la traction, il faut pouvoir remiser des voitures ou en prendre selon qu'on laisse ou prend un grand nombre de voyageurs dans une station.

Ces remises doivent être disposées de façon à en rajouter très-facilement, plutôt que d'en retirer. Pour les trains allant de la banlieue vers Paris, l'on a généralement à rajouter des voitures; aussi place-t-on la remise à la queue du trottoir allant vers Paris, et l'on y ménage trois voies, une pour chaque classe de voitures. Ces voies communiquent à la voie de dégagement par des plaques ou par un chariot, et l'on peut alors tenir les wagons nécessaires tout prêts sur cette voie de dégagement. (Pl. 33, fig. 2.)

Pour retirer une voiture, on la décroche simplement à la queue du train et, après le départ du train, on la ramène à la remise par la voie de jonction.

Lorsqu'on ne peut pas s'étendre en largeur sur les côtés de la voie, et que l'on n'a de place que pour une voie dans la remise, il faut additionner à la voie unique un bout de voie impasse, afin de pouvoir y placer les voitures non prises et arriver ainsi à celle que l'on veut sortir du bâtiment. (Pl. 33, fig. 3.)

3° STATIONS DE VOYAGEURS A TRAINS LOCAUX.

Pl. 33. — Fig. 4 à 7.

Le service peut se faire en navette, le train repartant de suite. Alors la disposition la plus élémentaire, ainsi que cela a lieu pour le service entre Paris et Meaux, consiste à arrêter le train au quai, puis le refouler sur une voie latérale; ensuite la machine se

détache, revient à la jonction et, par la voie principale, se remet à la tête du train. (Pl. 33, fig. 4.)

Lorsque le départ doit se faire dans l'autre sens, comme pour les trains de Lunéville à Nancy, le train est refoulé sur une voie de garage, derrière le deuxième trottoir. (Pl. 33, fig. 5.)

Souvent les trains doivent être remisés provisoirement, pour ne repartir qu'après un temps assez long (à Enghien, Asnières, etc.); alors le train, après avoir descendu les voyageurs, est refoulé sur une des voies de garage reliées par l'autre extrémité à une troisième voie principale; il y a de plus une plaque tournante pour retourner les machines qu'on dégage de l'arrière et amène à l'avant par une des voies de garage libre; à mesure qu'un train doit partir, on l'amène alors sur la troisième voie, qui communique avec la voie de retour. (Pl. 33, fig. 6.)

A la gare de Chantilly, au retour des courses, afin de satisfaire l'impatience des voyageurs, on fait monter tout le monde à la fois dans tous les trains, qu'on laisse ensuite partir aux intervalles réglementaires. Ces trains sont refoulés à l'arrivée de Paris sur une voie latérale en haut; puis la machine, par une seconde voie, va se remettre en tête, et les trains sont amenés sur une série de voies séparées par des quais. (Pl. 32, fig. 7.)

4° GARES DE BIFURCATION.

Pl. 33. — Fig. 8 à 12.

Lorsque ces gares ont peu d'importance comme service local, et comme changement de trains, échange de voyageurs, etc., on peut établir la gare sur le tronçon commun sans rien changer au service ordinaire. (Pl. 33, fig. 8.)

Mais lorsqu'il y a un grand échange de voyageurs et qu'il faut que quatre trains puissent se trouver à la fois dans la gare, elle devra être en dehors du tronc et disposée en flèche, comme à Ermont. (Pl. 33, fig. 9.)

Ce cas ne suppose pas de remaniement de trains.

Si l'embranchement est d'importance secondaire, ainsi que celui de Noyelle à Saint-Valery, sur la ligne de Paris à Boulogne, la station sert de tête de ligne à la petite ligne secondaire qui vient se placer de l'autre côté du trottoir. Un rebroussement permet à la machine de repasser de la tête à la queue, après s'être retournée sur une plaque. (Pl. 33, fig. 10.) Il y a de plus les raccordements ordinaires avec la voie principale, pour envoyer directement un train d'une voie sur l'autre.

Dans le cas où il faut pouvoir remanier les trains et lorsqu'il doit y avoir correspondance entre eux à la station, l'ensemble de la gare se trouve reporté sur un tronçon commun, et il y a autant de voies qu'il peut y avoir de trains attendus. Ainsi, pour cinq branches, on décompose la voie supérieure en trois et la voie inférieure en deux; il y aura au minimum trois quais, et l'on pourra même être amené à en mettre un pour chaque voie, si le mouvement est très-important sur chaque ligne. De plus, il faut étudier le sens des correspondances importantes, en s'arrangeant pour que les trains échangeant beaucoup se placent de chaque côté d'un même quai. Pour permettre le remaniement, on place une file de plaques à chaque extrémité de la voie, afin de pouvoir passer des voitures d'un train à un autre : pour en ajouter, la remise est mise en rapport avec la file de plaques par un chariot. Cette remise doit être à l'opposé de la ville où l'on aura le plus de voyageurs à envoyer, afin que les wagons se rajoutent à la queue du train, à moins de trop grands frais d'expropriation pour avoir le terrain à cet endroit.

L'avantage de ce type est d'avoir un quai pour chaque train, mais il a l'inconvénient de faire traverser plusieurs voies. On a voulu y remédier en Suisse et en Allemagne, mais on retombe alors dans un autre inconvénient : celui d'avoir un seul quai de la longueur de deux ou trois trains, qui peut être accosté des deux côtés.

Ainsi, à la gare d'Olden, en Suisse, l'on peut avoir quatre trains en gare, mais on a des aiguilles en x, et il faut d'immenses chariots pour dégager les locomotives et tenders. De

plus, on a beaucoup d'aiguilles en pointe ; toutes ces aiguilles ont besoin d'un fanal, et on a un faisceau de lumières de toutes couleurs, où il est difficile au mécanicien de se reconnaître. (Pl. 33, fig. 12.) Aussi cette disposition n'est-elle possible que pour des services peu chargés.

5° GARES DE TÊTE OU DE REBROUSSEMENT.

Pl. 33. — Fig. 13 à 17.

Ces stations, généralement introduites à grands frais dans l'intérieur des villes, sont consacrées presque exclusivement au service des voyageurs, celui des marchandises étant reporté en un point de la localité facilement accessible, à la fois, par la ligne de fer et les routes, et là où les terrains coûtent moins cher.

Le mouvement des voyageurs dans ces stations étant généralement important, on se prémunira contre les chances d'encombrements, et pour cela, on disposera toutes choses de manière que les courants inverses suivent leur marche naturelle sans se heurter.

Il faut donc chercher à obtenir entre les locaux d'arrivée et ceux de départ une séparation aussi complète que le comporte la nature des choses. En admettant même l'existence d'une ligne à voie unique, on doit s'efforcer de séparer le départ de l'arrivée, en faisant accoster le train arrivant sur un trottoir spécial, ou sur une portion distincte du trottoir destiné au départ.

On peut, à cet effet, adopter trois dispositions différentes.

La première (Pl. 33, fig. 13) consiste à faire arriver les voies entre deux bâtiments, B, B, dont l'un, du côté de l'arrivée, renferme les salles de distribution de bagages, les bureaux de l'octroi, de surveillance administrative ou de police, etc. ; et l'autre, du côté du départ, les salles d'attente, la vente des billets, l'enregistrement des bagages, etc.

En dehors du rectangle formé par ces bâtiments, et qui est généralement couvert par une halle, on place d'un côté la remise de voitures V ; et de l'autre, mais plus rarement, la remise de locomotives L, car, pour simplifier le service et réduire les frais, cette remise est réunie au dépôt, qui se trouve alors plus éloigné des bâtiments des voyageurs.

Dans le second système (Pl. 33, fig. 14), les bâtiments qui renferment tous les locaux dont nous avons parlé, se trouvent entre les deux groupes de voies servant à l'arrivée et au départ. Cette disposition est à peu près semblable à celle de la station de bifurcation en flèche.

Le troisième type enfin ne diffère des stations ordinaires que par la réunion des voies au delà des trottoirs, tantôt sur un système de plaques tournantes, tantôt sur un groupe de changements de voies qui, l'un et l'autre, permettent de dégager les machines à l'arrivée.

Comparaison des trois Types de gares de tête.

Ces trois systèmes ont leurs inconvénients propres.

Le premier est le plus commode de tous, sous le rapport de la surveillance et sous celui du mouvement des voyageurs et des voitures, à la condition toutefois que les salles d'attente se trouvent vis-à-vis des trains au départ ; mais il ne permet pas d'agrandissements ultérieurs. Quand les besoins du trafic se développent, il faut démolir et reconstruire à nouveau ; ainsi la gare du Nord, à Paris, et la gare de Stuttgard.

En tout cas, si l'on se décidait à construire une station de ce genre, il serait prudent de n'élever aucun étage au-dessus des bâtiments du service des voyageurs. Quand on a installé les bureaux de l'administration au-dessus des dépendances de la gare, les relations de ces bureaux entre eux sont souvent très-difficiles, et lorsqu'on est contraint de démolir, la translation des services devient une cause de troubles dans la marche des affaires.

Quand le second système est appliqué à une station de rebroussement commune à deux administrations ou à deux lignes distinctes et où les voyageurs changent de trains,

il offre toutes les commodités désirables pour les voyageurs de transit. En même temps, si l'on a eu soin d'installer la remise des machines et celle des voitures dans l'angle de la bifurcation, cette disposition admet tous les développements éventuels. Par contre, les communications entre les deux groupes de voies sont longues et coûteuses; à moins de recouper le bâtiment principal par des voies transversales très-gênantes pour le service, on est réduit à effectuer toutes les manœuvres par la tête des trains, opérations pénibles et dangereuses quand elles se font à la machine.

Le troisième type offre une partie des avantages des deux premiers, sans en avoir les inconvénients.

Quand on ne veut pas obliger les voyageurs à traverser les voies pour gagner la salle de distribution des bagages ou les salles d'attente, on peut faire accoster les trains d'arrivée sur un trottoir échancré, en retraite de la largeur d'une ou deux voies sur le trottoir de départ (*pl.* 33, *fig.* 16). Dans ce cas, le bâtiment prend une longueur de façade double de celle qu'exige le premier système.

Si cette disposition des trottoirs était ménagée en vue du départ presque simultané des trains dans diverses directions, ou à différents degrés de vitesse, nous préférerions placer les bâtiments en potence et réserver le bâtiment en retour pour le service des voyageurs à l'arrivée (*pl.* 33, *fig.* 17). Le dégagement des machines se ferait alors par des plaques tournantes, ou par une manœuvre avant l'entrée en gare.

Dans toutes les stations de cette catégorie, un quai à rampe, pour le chargement des chevaux et voitures, est indispensable. On le place à l'extrémité des bâtiments des voyageurs.

Inconvénients des Gares de rebroussement.

Les points de rebroussement dans les gares, sans présenter les mêmes dangers que les passages à niveau mal placés, peuvent aussi, en compliquant le service, devenir l'occasion d'accidents plus ou moins graves. Ils ont d'ailleurs pour conséquence une perte de temps, et par suite, une perte d'argent. Ils changent la position des wagons dans les convois, de telle façon que les voyageurs ou les marchandises qui étaient placés en tête se trouvent placés en queue. Cette espèce de renversement des trains est désagréable pour les voyageurs et dangereux pour les marchandises. On a vu, sur le chemin du Nord, un wagon chargé de chiffons, qui, passant de la queue à la tête du convoi, a été incendié par la machine. Les rebroussements enfin, en allongeant le parcours, augmentent le péage.

Il ne faut donc recourir, dans les tracés, aux rebroussements que dans quelques cas particuliers où cela devient indispensable pour se rapprocher du centre des villes; et encore est-il nécessaire, dans ce cas, d'établir des courbes de raccordements pour éviter aux convois directs de pénétrer dans la station où ils seraient obligés de rebrousser.

Sur les chemins de fer français, il existe cependant plusieurs gares à points de rebroussement : celles d'*Orléans*, de *Tours*, d'*Amiens*, de *Douai*, de *Lille*, de *Valenciennes*, et de *Metz*.

Dans le tracé des chemins de fer allemands, dit M. Lechatelier, on ne s'est pas assez préoccupé des inconvénients que présentent les stations recurrentes. Cela tient en partie à ce qu'en Allemagne la plupart des lignes ont été projetées ou exécutées isolément et sans vues d'ensemble. Il est certain même que, dans quelques endroits, on s'est proposé, dans un intérêt mesquin de localité, de gêner le passage des voyageurs pour les retenir, et prélever sur eux des impôts de séjour et de consommation.

On doit, en France, où l'exécution des chemins de fer est favorisée par un élément qui manque partout ailleurs, la centralisation, éviter tout ce qui peut faire obstacle à la circulation rapide d'une extrémité à l'autre du territoire. On tend maintenant à abréger la durée du trajet sur les chemins de fer; c'est en diminuant la durée des arrêts qu'on y parviendra sans inconvénient et sans courir les risques d'une vitesse exagérée.

§ 3. — SERVICES ACCESSOIRES DES GARES DE VOYAGEURS.

1° SERVICE DES MESSAGERIES.

Pl. 33. — Fig. 18 à 20.

Ce service comprend l'expédition des colis sans qu'un voyageur les accompagne.

Les messageries dans les gares intermédiaires n'exigent pas de bâtiments spéciaux, on les fait même pour les petites gares dans le même bureau que les bagages.

Dans une gare de tête ou dans une ville importante, il y a des constructions spéciales, car le service de la messagerie est important et nécessite des wagons spéciaux ajoutés au train.

Il y a des gares qui auront un ou deux wagons et d'autres jusqu'à six ou huit.

Pour un ou deux wagons, on fait un bâtiment et une voie en retour à l'extrémité du bâtiment des voyageurs; alors la cour du départ servira pour l'expédition des messageries remises sur des tables, d'où on les portera sur les wagons, qu'on mène en tête du train (*pl.* 33, *fig.* 18).

Si l'on veut donner plus d'importance encore, on peut s'arranger de manière à ce que la voie spéciale se prête à un mouvement de navette; on prépare, sur la seconde voie, d'autres wagons qu'on amène dès que le train est parti (*pl.* 33, *fig.* 19). Cette disposition se rencontre notamment à la gare de Lyon, à Paris.

Pour de très-grands services, il devient impossible de manœuvrer les wagons successivement à la main sur les plaques. On arrive alors au service des messageries longitudinal, où l'on aiguille une, deux et même trois voies avec la voie de départ, et les manœuvres se font à la machine (*pl.* 33, *fig.* 20). Ce cas se présente aux gares du Nord et d'Orléans, à Paris.

2° SERVICE DE LA DOUANE.

Ce service est spécial pour les colis de voyageurs ou les messageries. Il est analogue à ce dernier service, seulement il exige une clôture spéciale avec un très-petit nombre de portes, et il faut un bâtiment spécial à l'arrivée et au départ.

3° SERVICE DES CHEVAUX ET CHAISES DE POSTE.

Pl. 33. — Fig. 21.

On doit distinguer si l'expédition se fait par un wagon chargé en bout ou de côté. La chaise de poste se charge toujours en long; les chevaux se chargent tantôt en bout, tantôt de côté, suivant que c'est un cheval allongé et fin ou un cheval ordinaire.

Il faut par conséquent des quais de départ pour les deux modes de chargement, et l'on établit une double voie longitudinale afin de pouvoir faire le service en navette.

Le bord du quai latéral est à une distance de $0^m,90$ du rail et s'élève à $0^m,90$ au-dessus du niveau de la voie, c'est-à-dire à un peu moins que le plancher du wagon, qui se trouve à $1^m,10$; mais on rattrape cette différence de hauteur à l'aide d'un petit plancher mobile.

Pour le chargement en bout, on a des tronçons de voies avec un quai contourné et perpendiculaire à tous les bouts de voie, qui doivent avoir une longueur telle qu'on puisse y mettre un wagon sans gêner le mouvement de la plaque; on leur donne généralement un peu plus d'une fois et demie la longueur d'un wagon.

Le quai desservant toutes ces voies longitudinales ou de bout est raccordé par une rampe au niveau des cours (*pl.* 33, *fig.* 21).

4° SERVICE DE LA POSTE.

Dans les petites gares il suffit d'un bureau installé dans le bâtiment du service des voyageurs et où le fourgon de ville apporte les dépêches.

Aux gares de départ, on affecte une voie spéciale au remisage de cinq, six ou huit wagons-poste, et l'on établit un bâtiment latéral où arrivent les fourgons de la ville.

5° SERVICE DES DILIGENCES.

Ce service disparaît à peu près aujourd'hui.

Pour les correspondances par diligence, on établit simplement une écurie pour les chevaux.

Mais lorsque les diligences allaient en prolongement du chemin de fer, on les emportait par le train. Ainsi avant l'achèvement de la ligne de Paris à Strasbourg entre Sarrebourg et Saverne.

Dans ce dernier cas, il faut une série de voies pour les embarquer, en permettant le mouvement de navette. La voie extérieure reçoit les chargements ; il y a une grue reposant sur quatre appuis et comprenant entre ses extrémités la voie de chargement ainsi que l'emplacement où l'on amène la diligence et qui est indiqué par des guide-roues. Le treuil vient prendre la voiture et la soulève pour aller la déposer sur le wagon plat.

Outre ces services il y en a encore d'autres, qui présentent à peu près les mêmes dispositions.

Ainsi pour les *convois de lait*, on établit une voie latérale s'aiguillant sur la voie principale, car on a un train d'assez grande longueur.

Pour la *marée*, il n'y a que quelques wagons, trois ou quatre seulement; alors on les amène sur une voie disposée à angle droit.

Quelquefois, ces services sont du côté de l'arrivée en traversant en biais, lorsqu'on ne peut faire autrement.

6° GARAGE DES TRAINS EN ROUTE.

Pl. 33. — Fig. 22 à 26.

Lorsqu'on a, sur une ligne, des trains de vitesses différentes, il faut que l'on puisse se garer pour laisser passer l'autre.

La règle, imposée par le cahier des charges, est qu'un train de marchandises arrive en gare au moins quinze minutes avant l'arrivée du train de voyageurs. On voit donc le tableau des trains et l'on met des garages dans les endroits où ceci a lieu.

Ces tableaux graphiques s'établissent en prenant pour coordonnées les temps et les longueurs kilométriques.

Nous renvoyons, pour leur disposition, aux planches 13-14 et 15-16 du *Portefeuille économique des machines* de l'année 1864.

Il faut qu'un train puisse facilement se garer et ressortir de la voie de garage; de plus il ne doit pas y avoir d'aiguille en pointe, afin de permettre, sans danger, le passage direct des trains de grande vitesse sur les voies principales.

Le cas le plus gênant est celui d'une gare à palier peu étendu; ainsi une gare en un point culminant, et il faut des garages dans toutes ces stations, car le train de marchandises a pu avoir du retard à la montée et il est à craindre que le train de voyageurs ne puisse le rattraper. On fait les voies de garage horizontales aux extrémités du palier et le train y est amené par refoulement (*pl.* 33, *fig.* 22).

Il ne faudrait pas disposer la voie de garage comme l'indique la ligne ponctuée, car alors la machine serait forcée de refouler le train en remontant, et une machine à marchandises qui tire un train peut ne pas le refouler, car dans la traction les voitures sont mises en mouvement successivement et les premiers wagons ont déjà des vitesses acquises lorsque les derniers se mettent en mouvement, tandis qu'au refoulement tout le train est mis en mouvement d'une seule pièce.

Lorsque le palier a la longueur de deux ou trois trains, les voies de garage pourront se mettre partout, car on ne risque plus le refoulement en remontant, et alors on se place au point de vue le plus commode comme service de la gare.

Si l'on a une gare de marchandises locales, on dispose les voies de garage à l'extrémité de la gare, du côté des marchandises, et on les relie aux voies de la halle à marchandises par une file de plaques (*pl.* 33, *fig.* 23).

Quand il faut une installation de voie économique, on infléchit l'une des voies principales à la traversée de la gare, et la voie de garage unique est dans l'intervalle, et peut ainsi servir à l'une ou l'autre des deux voies (*pl.* 33, *fig.* 24). Cette disposition a plusieurs inconvénients; ce tracé en courbe est dangereux pour les trains de vitesse ne s'arrêtant pas, de plus le train garé masque la vue de la gare, et enfin il faut le couper pour laisser passer les voyageurs.

Dans les grandes gares, on reporte toutes les voies de garage d'un même côté, quel que soit leur nombre, et l'on agence les extrémités pour éviter les aiguilles en pointe; mais il faut dans ce cas accepter la traversée oblique de l'une des voies principales (*pl.* 33, *fig.* 25).

Quand on a un certain nombre de voies de gares, et qu'il existe en même temps une bifurcation, il faut réunir les voies de garage entre elles afin de pouvoir remanier les trains. Pour éviter de refouler sur l'une des voies principales, l'on dispose alors une voie de triage latérale avant d'arriver aux voies de garage (*Pl.* 33, *fig.* 26).

§ 4. — GARES A MARCHANDISES.

Le service des marchandises est le plus important dans une gare, car il doit être bien agencé, tandis que quelques erreurs pour le service des voyageurs ont peu d'influence. La gare de marchandises avec son réseau de voies de garage passe en première ligne, puis vient la gare des voyageurs avec la remise des wagons, et celle des machines en tout dernier lieu, car on la place où l'on peut, au moins de frais possible, puisque la machine pourra toujours facilement venir toute seule.

1° GARES INTERMÉDIAIRES.

Pl. 33. — Fig. 27 à 30.

Dans les gares sans importance, on met le service des marchandises le plus près possible de la gare des voyageurs, afin d'avoir besoin de peu de personnel, et l'on établit un petit quai couvert par un hangar et situé le long d'une voie parallèle à la voie principale et s'aiguillant avec elle. Lorsqu'on a assez de colis pour un wagon de type déterminé, on le demande par télégraphe à la gare voisine, si on ne l'a pas dans la remise de la gare. (*Pl.* 33, *fig.* 27). Cette disposition est d'ailleurs mauvaise, en supposant, comme cela arrive généralement dans ce cas, que l'on ait une voie unique. Lorsque le train viendra de gauche, machine en tête, la position sera bonne, car la machine se détache avec les wagons à laisser, prend les wagons de la gare, les amène sur la voie, retourne dans la petite voie et laisse ses wagons; mais ceci est compliqué. Mais si le train vient de droite, la machine est en mauvaise position et il faudra faire un premier arrêt avant la gare, la machine emmenant les wagons à laisser, on pousse à bras les wagons à prendre, puis la machine repousse les wagons à laisser, que l'on détache alors et enlève à bras, enfin la locomotive vient se remettre en tête.

Pour un service fait dans de bonnes conditions, on a deux ou trois solutions seulement.

Si l'on veut mettre les marchandises du côté du bâtiment de voyageurs, en admettant le cas d'une voie unique, on fait aiguiller la gare de marchandises aux deux bouts; on a alors une aiguille en pointe, mais on ne peut les éviter pour les lignes à une seule voie. Le service se fait alors sans avoir besoin de faire faire un double arrêt aux voyageurs (*Pl.* 33, *fig.* 28).

Cependant il est préférable de mettre la gare de marchandises en face du bâtiment des voyageurs pour avoir une solution plus concentrée, car dans la précédente les marchandises se trouvent reportées assez loin du centre de la station. Et alors on a besoin de deux chemins d'accès venant de la route, ce qui double la surveillance (*Pl.* 33, *fig.* 29).

Les circonstances locales décident en faveur de l'un ou l'autre de ces deux systèmes.

Pour une gare un peu importante, où l'on aura plusieurs voies de remisage des marchandises, la seconde disposition qui force les marchandises à traverser la voie ne pourra pas être admise si l'on a un passage à niveau, mais ce sera la préférable dans le cas d'un passage en-dessus et en-dessous de la voie.

Selon l'importance du trafic, on a pour ces stations un, deux ou trois trains de cueillette par jour, quelquefois il y en a davantage. Si l'on sait, par renseignements, que l'on n'a pas plus de douze wagons à charger par jour, il y en aura quatre d'enlevés à la fois, dans le cas de trois trains. L'étendue d'une voie de marchandises devra donc être d'autant plus grande que le service est moins fréquent ; de plus il faut prévoir qu'un wagon peut rester chargé vingt-quatre heures, en attendant qu'on vienne le chercher après l'envoi de la lettre d'avis. On aura donc à prendre trois ou quatre fois l'étendue nécessaire pour le service d'un seul jour.

Le service des marchandises exige encore que les voies soient en relation directe avec les cours pour recevoir les voitures qu'on envoie d'autres gares sur demande.

De plus on établit des grues et des treuils pour le chargement, et afin de permettre le remaniement facile, on dispose des files de plaques tournantes, chaque file ne devant pas desservir plus de dix wagons placés en face du quai, il faut par conséquent le construire en plusieurs longueurs de 80 à 90 mètres chacune, séparées par les files de plaques, qui permettent de prolonger les voies jusque dans les cours pour mettre les wagons en relation directe avec l'extérieur.

Souvent on place une voie qui longe le quai dans la cour, mais cette voie n'est qu'un en-cas, car elle empêche l'accès des voitures au quai.

De l'autre côté de la cour est la voie de transbordement direct avec une grue roulante à une extrémité et une grue pivotante à l'autre.

La grue roulante, outre la voie et la voiture, devra souvent encore entre ses voies extrêmes laisser la place nécessaire à l'emmagasinage des matériaux ; tel est le cas de transbordement des pierres et des moellons.

Entre cette voie et la voie qui longe le quai se trouve alors la cour, qui doit avoir une largeur telle qu'elle corresponde à trois longueurs d'attelage, afin de permettre le chargement simultané sur les deux voies qui longent les deux côtés de la cour et laissent encore un passage suffisant au milieu ; on est conduit ainsi à donner un écartement d'une vingtaine de mètres entre les axes des deux voies (*Pl.* 33, *fig.* 30).

2° GARES DE TÊTE DE LIGNES.

Pl. 33. — Fig. 31 et 32.

Lorsqu'on a besoin de plus de deux ou trois longueurs de halles de 80 à 90 mètres, comme c'est le cas des gares de rebroussement, l'accès n'est plus facile avec la machine ou avec les trains ou fractions de trains.

Pour permettre de faire facilement toutes les manœuvres à la machine, on a alors admis plusieurs dispositions, pouvant se grouper en deux types principaux, qui sont ceux des gares de Pantin (Paris) et de Lyon (Est), c'est-à-dire les dispositions par halles parallèles aux voies principales ou perpendiculaires à ces voies.

La gare de Pantin a ses halles disposées en échelons ; il y a un premier faisceau de voies, parallèles aux voies principales, permettant de remiser trois ou quatre trains. La première halle est le long d'une cinquième voie qui se relie aux autres, la deuxième se trouve sur une sixième voie ; pour chaque halle on a des files de plaques tournantes spéciales. La cour va donc en se rétrécissant de plus en plus à chaque halle ; or plus on s'éloigne vers le fond de la cour, moins il y passe de voitures, et c'est l'inverse pour les voies, car le nombre de wagons va en augmentant. De plus toutes les manœuvres pour la formation ou la décomposition des trains peuvent, au besoin, se faire à la machine. Ce type, ainsi qu'on le voit, en le comparant aux deux autres, est donc le plus recommandable au point de vue de la facilité du service (*Pl.* 33, *fig.* 31).

La gare de Lyon, ainsi que l'ancienne gare à marchandises de l'Est, est à angle droit par rapport aux voies principales ; alors on a besoin d'un très-grand nombre de plaques, chaque quai étant séparé du voisin par plusieurs voies transversales. Les quais très-longs sont divisés en trois séries par des files de plaques. On ne peut plus décomposer ni composer les trains à la machine ; on est obligé de prendre chaque wagon à l'aide de chevaux ou d'hommes et de l'amener sur la ligne du milieu pour l'amener ensuite à gauche ou à droite par les plaques ; puis on réexpédie par la voie du milieu, qui devrait donc être double (*Pl.* 33, *fig.* 32).

Les traversées de voies à niveau sont acceptées entre ces voies de marchandises et les voies principales, quoiqu'elles soient très-dangereuses ; ainsi, sur la ligne de l'Ouest, il faut aller à faible vitesse jusqu'à Asnières pour éviter les accidents.

Au chemin du Nord on a évité ces traversées à niveau, en éloignant beaucoup les traversées et faisant alors passer les voies sous la voie principale pour les ramener ensuite à son niveau au point de raccordement.

3° VOIES DE TRIAGE.

Pour faciliter le service des gares de marchandises, il faut, avant d'arriver à la gare, former les trains de manière à faire arriver chacun tout entier devant la halle qui est spécialement attribuée à un genre de produits.

On établit alors un faisceau de voies de triage, comme on le voit à Villeneuve-Saint-Georges pour la ligne de Lyon. Ces voies parallèles sont réunies par des aiguilles et forment deux faisceaux, l'un pour l'arrivée des trains et leur décomposition, et l'autre pour leur formation. L'on restreint ainsi les manœuvres en gare de Paris. Ce même principe deviendra applicable pour toutes les grandes compagnies, dans la plaine de Clichy pour l'Ouest et à Creil pour le Nord.

A la gare du Nord, on a encore un faisceau de triage en tête même de la gare de marchandises, mais son extension devient de plus en plus insuffisante pour le trafic.

§ 5. — SERVICE DES MACHINES.

Ce service se place là où l'on a du terrain disponible. On distingue les grands et les petits dépôts : les grands relais correspondant aux trains express qui doivent faire 150 à 200 kilomètres d'une seule course, et les relais plus courts correspondant aux trains omnibus ou de marchandises ; de plus on a des machines de renfort ou de réserve qui sont d'autant plus rapprochées que les trains se suivent à de plus courts intervalles ; enfin les petits dépôts, comprenant encore les remisages pour les machines de ballastage.

On a des séries de remises dont le minimum est de deux places. Jusqu'à huit places, elles sont rectangulaires et desservies par des aiguilles. Au delà de ce nombre on arrive souvent à la remise circulaire ou demi-circulaire desservie par une plaque. Mais il ne faut jamais confier toutes les machines d'un dépôt à une même remise circulaire, car si la plaque venait à être avariée, on n'aurait plus de machine. On dispose donc une petite remise rectangulaire à côté, pour laisser le temps de réparer la plaque.

1° REMISES DE PETIT DÉPOT.

Pl. 33. — Fig. 33.

Lorsqu'on a deux machines à remiser, on construit un bâtiment capable de contenir trois voies, l'excédant de largeur étant destiné au corps-de-garde des mécaniciens, au dépôt des pièces de rechange, etc. ; en avant du bâtiment les deux voies sont prolongées en ligne droite et l'on y dispose les fosses à piquer le feu et la grue d'alimentation ; puis on établit un quai latéral pour l'approvisionnement du combustible et une plaque tournante pour retourner la machine. La plaque devra toujours être sur une voie-impasse pour ne pas compromettre le service du dépôt des machines ; cette voie sert aussi pour amener le combustible au quai à coke (*Pl.* 33, *fig.* 33).

Dans le cas de quatre machines, on double la profondeur du bâtiment Pour six machines, on met trois voies, car il serait mauvais de disposer le bâtiment de façon à avoir plus de deux machines se commandant.

A mesure que le nombre de machines augmente, il faut aller plus souvent à la plaque tournante, et comme la voie-impasse pourrait alors être encombrée par un wagon de coke en déchargement, on établit une deuxième voie parallèle allant à la plaque.

2° REMISES DE GRAND DÉPOT.

Pl. 33 — Fig. 34 et 35.

L'un des meilleurs types de grandes remises était celui du chemin de fer du Nord, qui a été modifié.

Il y avait, à l'origine, une remise demi-circulaire et deux remises rectangulaires latérales. De la plaque centrale de la remise demi-circulaire, pouvant contenir seize machines, partent trois voies et le long des voies latérales se trouvent les quais à coke et les grues d'alimentation. Les machines rentrent par la voie du milieu, où se trouve la fosse à piquer le feu. De plus une voie partant de la plaque mène aux ateliers (*Pl.* 33, *fig.* 34).

On a eu à augmenter ce dépôt ; alors on a prolongé une des voies de la remise demi-circulaire, on a mis une plaque et établi une deuxième remise demi-circulaire. Au moment où l'on allait en construire une troisième en face, on a songé à faire un grand chariot roulant sur quatre rails, qui dessert un bâtiment rectangulaire où toutes les machines sont indépendantes de chaque côté du chariot ; ce bâtiment peut contenir 80 machines.

Le type de l'Ouest permet de mieux utiliser l'espace (*Pl.* 33, *fig.* 35). C'est un bâtiment rectangulaire de la longueur de sept machines, et qui est relié aux voies principales par des aiguilles. On a cinq voies pour les deux premières longueurs, les deux suivantes et les deux extrêmes sont desservies par un chariot intermédiaire. Quoi qu'il arrive au chariot, on aura toujours les deux tiers des machines en service, et on ne perd que le septième de la surface de la remise pour l'installation du chariot, tandis que l'on perd le tiers dans la remise rectangulaire de la gare du Nord, à La Chapelle.

§ 6. — ATELIERS DE CONSTRUCTION ET DE RÉPARATION.

L'emplacement des grands ateliers doit être choisi en tenant compte des ressources de la localité pour l'alimentation du grand nombre d'ouvriers à installer, des points de relais où on changera de machine, des embranchements et aussi des arrivages faciles de combustibles et matières premières.

Ainsi, sur la ligne de Paris à Strasbourg, on a construit un atelier à Nancy où l'embranchement de Metz amène les charbons de Prusse ; le second, établi à Épernay, reçoit les charbons de Belgique et correspond à l'embranchement de Reims ; puis on a mis un troisième atelier au milieu de la longueur de la ligne, à Bar-le-Duc.

On a une série de voies à côté des voies principales, pour recevoir les wagons d'approvisionnement ou à réparer et ceux à partir.

1° ÉCONOMAT (OU DÉPÔT DE PIÈCES).

A l'origine, les compagnies de chemins de fer fabriquaient un grand nombre de pièces : aujourd'hui on en achète le plus possible.

Il faut donc un économat, divisé en économat couvert et économat découvert ou ouvert. Ce dernier est destiné aux gros fers, aux bois, aux roues ; le parc aux roues est de deux voies, l'une dans l'autre, pour réduire la place.

L'économat fermé est à plusieurs étages, les pièces lourdes étant au bas, et les petites pièces dans les étages supérieurs. Ce bâtiment se compose de trois travées juxtaposées, celle du milieu étant destinée aux voies amenant les matériaux, et les travées latérales

étant occupées par les magasins. La travée centrale reçoit trois voies reliées aux extrémités du bâtiment par des plaques tournantes ; la voie du milieu sert à enlever les wagons vides. Il y a un balcon, avec des potences à élever les matériaux à chaque étage des travées latérales. Cet économat, accompagné d'une série de bureaux pour sa comptabilité, est à portée des deux divisions du service : machines et wagons.

2° FORGE ET ATELIER D'AJUSTAGE.

La forge et l'atelier d'ajustage qui font partie à la fois des deux divisions, le montage des machines et celui des wagons, est au centre de ces deux groupes.

Pour la forge, on peut employer la charpente en bois sans inconvénient sérieux. Il ne faut pas trop l'éclairer et éviter les effets de soleil, pour bien juger la couleur de chauffe. Les marteaux-pilons sont disposés au milieu, et les forges se trouvent par rang des deux côtés en les séparant des marteaux par de petites voies ; les enclumes se trouvent d'un ou d'autre côté de ces voies.

L'atelier d'ajustage exige des dispositions spéciales de charpente pour porter les arbres de couche et de transmission. Les établis pour les petits outils sont le long des murs et à côté se trouve une voie. Au milieu du bâtiment se trouvent les grands outils, tels que machines à raboter, tours, etc. ; ces grands outils sont éclairés par des châssis vitrés disposés sur le toit. Les outils pour le travail des lourdes pièces doivent communiquer facilement avec l'extérieur, autrement que par la petite voie longitudinale ; aussi sont-ils disposés en face d'une grande porte.

Il y a quelques ateliers accessoires accolés à la forge et à l'atelier d'ajustage ; ce sont l'atelier de préparation des roues, l'atelier des ressorts et celui de la chaudronnerie. Ces deux derniers sont de simples hangars, car on n'a pas besoin de transmission.

3° MONTAGE DES MACHINES.

L'atelier de montage des machines est un bâtiment de trois travées de 15 à 16 mètres chaque ; la travée centrale reçoit le chariot roulant qui amène les machines dans l'atelier. Les fermes sont espacées de $5^m,50$ à 6 mètres pour pouvoir placer la machine et la grue roulante destinée à la soulever. Le chariot transporte la grue aux différentes places et de plus il porte les machines.

Cet atelier est éclairé parfaitement sur les côtés pour les établis, et au haut par le milieu. On le construit à l'une des extrémités du groupe formé par l'économat, la forge et l'atelier d'ajustage.

4° MONTAGE DES WAGONS.

Les ateliers du montage des wagons se trouvent à l'autre extrémité du groupe de l'économat. C'est dans ces ateliers que l'on fait le charronnage ; on n'a pas besoin de charpente spéciale, et les voies sont espacées de $4^m,50$ d'axe en axe, car on a moins besoin de les isoler ; de plus on met plusieurs wagons à la file sur une même voie.

L'atelier de peinture, qui se trouve à côté du montage, doit être à l'abri de l'humidité et du froid, aussi est-il plafonné et soigneusement fermé ; pour le vernissage, on a de plus un atelier bien chauffé.

L'atelier de garnissage, où l'on tapisse les voitures, met les carreaux, etc., se trouve à la suite des ateliers de peinture. Il comprend une série de petits bâtiments isolés, où l'on prépare les pièces, qu'on vient ensuite monter dans le hangar sur le wagon lui-même.

Pour chaque atelier, il faut des bureaux pour les chefs d'ateliers, pour les modèles, etc., puis le bureau central.

Souvent on complète l'ensemble des ateliers par un magasin pour les objets de première nécessité pour les ouvriers : boucherie, épicerie, etc. ; enfin l'on ajoute des salles de consultation pour les médecins.

CHAPITRE II

INSTALLATIONS INTÉRIEURES DES GARES ET STATIONS.

§ 1. — TROTTOIRS D'EMBARQUEMENT.

Disposition des quais à voyageurs.

Ces trottoirs avaient autrefois une hauteur de 90 à 95 centimètres, de façon à se trouver presqu'au niveau du plancher des wagons.

Aujourd'hui on leur donne une hauteur de 30 à 35 centimètres et aux abords des plaques on descend le quai par plan incliné jusqu'au niveau de la voie pour ne faire aucune saillie.

La longueur des quais dépend de celle des trains ordinaires. En admettant un train composé de la manière suivante :

Une machine et son tender	14 mètres
Deux fourgons de 6 mètres	12
Douze voitures de $6^{m},50$ en moyenne	78

On arrive à une longueur totale de 104 mètres.

De ce chiffre on peut retrancher la longueur de la machine et du tender, qui peuvent stationner en dehors du quai; il reste alors pour ce dernier une longueur de 90 mètres.

Lorsqu'on compte sur des trains de 24 voitures, il faudra donner 180 mètres.

La largeur des quais dépend du degré de fréquentation des voyageurs ; elle ne doit pas être moindre de 4 mètres pour les trottoirs accessibles par une seule face.

La distance de la bordure du quai au rail est comprise entre 75 et 80 centimètres.

Voici les dimensions réglementaires adoptées par l'administration des chemins de fer du Hanovre :

Hauteur des quais au-dessus du rail	$0^{m},365$
Distance de la bordure à l'axe de la voie	1 ,570
Distance du parement du quai au même axe	1 ,680

En Prusse, on donne aux quais une grande largeur de $7^{m},20$ en avant et aux approches du bâtiment, et de 5 mètres aux extrémités généralement terminées en talus inclinés vers l'extérieur.

Les quais isolés entre les voies, bordés de tous côtés par des murs de soutènement, prennent une largeur en rapport avec le mouvement des voyageurs et qui varie de 9 à 18 mètres.

La pente transversale à donner aux quais sera déterminée par la nature des matériaux qui en constituent la surface ; elle varie généralement entre 2 et 3 centimètres. En tous cas, il faut prendre la précaution de conserver au seuil des salles d'attente et des bureaux une hauteur de 10 à 12 centimètres au-dessus du niveau du quai, pour empêcher l'eau de pluie de pénétrer dans l'intérieur des bâtiments ; cette précaution est inutile quand les quais sont complétement couverts par une halle fermée.

Le mode de construction dépend de la facilité d'approvisionner les matériaux qui entrent dans leur construction. Ils se composent de deux parties distinctes : la bordure et le terre-plein.

La bordure peut être construite en pierres de taille, briques de champ, moellons ou madriers.

Pour le terre-plein on emploie la terre battue, le ballast, le gravier, l'argile et le gravier mélangés, le macadam, les pavés, les briques de champ ou à plat, les dalles, l'asphalte sur aire de béton, et enfin le plancher en bois.

On peut établir comme suit le prix de revient du mètre courant de bordures et du mètre carré de terre-plein :

Bordures de quai en maçonnerie.

		Largeur.	Hauteur.	Cube.	Prix de l'unité.	
Fouille		0,45	0,35	0,1575	0,50	0,08
Béton		0,45	0,20	0,0900	13,00	1,17
Maçonnerie	Moellons ordinaires	0,35	0,15	0,0525	16,00	0,84
	— smillés	0,35	0,10	0,0350	25,00	0,88
	Pierre de taille	0,30	0,20	0,0600	55,00	3,30
Taille de parement		0,20	0,35	0,0700	5,00	0,35
			Prix par mètre courant			6,62
				Somme à valoir		0,38
				Prix total		7, »

Bordures de quai en charpente.

Demi-pieu de $0^m,15 \times 0^m,15 \times 1^m,20 = 0^{m3},0270$ à 50 fr.	1 fr.	35
Madrier de champ de $0,22 \times 0,08 \times 1,00 = 0,0175$ à 80 fr.	1	41
Madrier à plat $0,30 \times 0,08 \times 1,00 = 0,0240$ à 100 fr.	2	40
Clous de 0,18 de long	0	25
Somme à valoir	0	59
Prix par mètre courant	6	»

Dallages de quai.

Remblai de sable pilonné $0^{m3},10$ à 1 fr.	0 fr.	10
Béton $0^{m3},10$ à 13 fr.	1	30
Dalles de $0^m,10$ d'épaisseur à 8 fr. le mètre carré	8	»
Somme à valoir	0	60
Prix du mètre superficiel	10	»

Terre-pleins en asphalte.

Remblai de sable pilonné $0^{m3},20$ à 1 fr.	0 fr.	20
Béton $0^{m3},085$ à 13 fr.	1	10
Couche de bitume de $0^m,105$ à 7 fr. le mètre carré	7	»
Somme à valoir	0	70
Prix du mètre superficiel	9	»

Terre-pleins en argile et gravier.

Remblai de sable pilonné $0^{m3},20$ à 1 fr.	0 fr.	20
Mélange de gravier et d'argile $0^{m3},15$ à 4 fr.	0	60
Main-d'œuvre	0	60
Somme à valoir	0	20
Prix du mètre superficiel	1	60

Pour faire les terre-pleins en argile et gravier, on mélange intimement les deux matières dans la proportion de deux parties de gravier pour une d'argile. On pose le mélange en trois couches de $1^m,05$ d'épaisseur chacune, et on les comprime à la dame ou au rouleau jusqu'à ce que les trois couches n'offrent plus qu'une épaisseur totale de 10 centimètres. La surface est polie à la truelle au moyen d'un lait de chaux.

Lorsque les prix de la bordure en maçonnerie ou de celle en charpente seront aussi rapprochés que ceux indiqués ci-dessus, on n'hésitera pas à donner la préférence à la maçonnerie.

Si, au lieu de plans inclinés aux extrémités des quais, on veut établir deux marches d'escalier en bois ou en pierre de 0^m18 de hauteur chacune et de $1^m,50$ de largeur, il faut

compter 5 francs pour l'escalier en bois de chêne de $0^m,30$ sur $0^m,05$, et 15 à 18 francs pour l'escalier en pierre, y compris la fondation.

TROTTOIRS COUVERTS ET MARQUISES.

Les trottoirs doivent être en partie couverts, car on y fait attendre l'arrivée des trains aux voyageurs. On en couvre une partie plus ou moins longue, selon l'importance de la gare.

Pour couvrir le minimum, on fait un petit abri derrière le trottoir; c'est un bâtiment de 3 à 4 mètres de profondeur sur 10 mètres de long, muni de bancs sur le pourtour intérieur.

Dans les gares plus fréquentées, on arrive à établir des marquises s'étendant sur une longueur plus ou moins grande, et alors on peut réduire les dimensions des salles d'attente, car on peut faire sortir les voyageurs à mesure qu'ils arrivent. Ces marquises se couvrent en zinc, ou mieux en verre, ainsi que cela se pratique à la compagnie du Nord, car on obtient un meilleur éclairage de la gare.

Il est bon de fermer en partie les extrémités des marquises pour éviter les courants d'air violents ; on les ferme sur les trois cinquièmes de la largeur du trottoir.

Pour les grandes gares, on couvre, à l'aide de halles, à la fois les trottoirs et les voies sur la longueur d'un train. Ces halles se couvrent généralement en zinc, mais il faut un voligeage jointif très-soigné avec rainures et languettes, car les vapeurs acides de la locomotive détruisent les couvertures en zinc. On a fait des essais en tôle ondulée, mais ils ont peu réussi. Dans ces halles, il faut fermer le plus possible les extrémités pour couper les grands courants d'air.

§ 2. — BATIMENTS DE VOYAGEURS PROPREMENT DITS.

Pl. 35, 36, 37, etc.

A moins de grandes difficultés, le bâtiment des voyageurs doit être placé entre le chemin de fer et l'agglomération la plus importante de la localité.

Il sera disposé du côté des voies, de manière à ménager, autant que possible, l'accès direct sur le quai aux locaux occupés par les voyageurs, et par le personnel de la station en relation immédiate avec les trains qui s'y arrêtent.

Un bâtiment des voyageurs comprend essentiellement :

Un vestibule :

Des locaux pour la vente des billets, le dépôt des bagages et des messageries ;

Une ou plusieurs salles d'attente ;

Un logement pour le chef de la station ;

Des urinoirs et des water-closets comme annexes.

Si la station est de *moyenne importance*, le bâtiment des voyageurs contient, outre les locaux que nous venons d'énumérer :

Un bureau pour le chef de station ;

Un bureau pour le télégraphe ;

Une salle de distribution des bagages à l'arrivée ;

Un magasin pour les bagages et les marchandises adressées « bureau restant » ;

Un ou plusieurs locaux affectés aux services de la voie et de l'exploitation, lampisterie, chaufferettes, outils, lits de camp, combustibles, etc. ;

Enfin des logements pour le chef de gare et certains agents, suivant l'importance de la station.

Une *grande station* comprend encore :

Des bureaux distincts pour les divers agents attachés à l'exploitation, chef et sous-chef de gare, commissaire de surveillance, télégraphe, etc. ;

Des locaux spéciaux pour les employés de la voie, de la traction et de l'exploitation ;

Des bureaux de poste, de correspondance, d'octroi, etc. ;

Des sorties distinctes pour les voyageurs sans bagages et pour ceux qui ont des colis à retirer ;

Un buffet, une buvette et, généralement, le logement du restaurateur.

Enfin, on trouve dans les stations de tête :

Les bureaux de l'administration, de l'ingénieur en chef, du chef du mouvement, etc.;

Des logements pour le directeur de l'exploitation et certains employés supérieurs ;

Des bureaux pour la douane, etc.

La surface des bâtiments pour le service des voyageurs dans les *gares terminales* varie de 5000 à 8000 mètres; ainsi la surface des bâtiments de la gare de l'Est à Paris est de 5600 mètres, celle de la gare de Lyon est de 7432 mètres, et la gare d'Orléans occupe une surface bâtie de 7800 mètres carrés.

Pour les gares intermédiaires importantes la surface des bâtiments de voyageurs varie de 2500 à 100 mètres. La gare de Boulogne occupe 2125 mètres; la gare de Nancy a une surface de 1730 mètres; celle de Metz, 1440 mètres; à Épernay, 915; le bâtiment de Lagny couvre 330 mètres.

1° Service du Départ des voyageurs.

Il faut qu'un voyageur puisse prendre son billet, faire enregistrer ses bagages et aller à la salle d'attente en parcourant le minimum de chemin et avec le moins de confusion possible.

On serait alors tenté de mettre ces trois services bout à bout. Mais cette disposition est mauvaise dans les grandes gares, où il faut introduire les bagages dans la salle, car alors le bureau des bagages se trouvant au milieu, on couperait le courant des voyageurs sans bagages se rendant directement du guichet des billets à la salle d'attente.

L'on est donc conduit à mettre le bureau des billets au milieu du vestibule et les bagages à une extrémité, tandis que les salles d'attente se trouvent à l'autre; alors il n'y a plus que les voyageurs qui se rencontrent.

Pour les très-grandes gares, on a cherché une disposition plus complète, évitant toute rencontre, même de voyageurs.

Ainsi à la gare de Lyon, à Paris, il y a dans le vestibule, vers la droite, une série de bureaux pour les billets ; les salles d'attente sont disposées derrière ces bureaux, et les bagages se trouvent au fond du vestibule, sur la gauche.

2° Vestibule.

Le vestibule est une pièce plus ou moins grande selon l'importance de la gare et selon les contrées, car il y a des pays où l'on ne se décide pas à entrer dans les salles d'attente; dans d'autres les classes tendent à se séparer et alors, ainsi qu'en Angleterre, il faut de grandes salles d'attente et peu de vestibule.

En France, la surface des vestibules varie pour les gares extrêmes de 300 à 650 mètres carrés; ainsi le vestibule de la gare Saint-Lazare à Paris est de 380 mètres, celui du chemin de fer du Nord est de 520 mètres, celui de la gare de Strasbourg de 434 mètres ; le vestibule de la gare de Lyon a une surface de 630 mètres.

Pour les stations intermédiaires la surface du vestibules varie de 60 à 10 mètres, suivant le type de la station.

3° Bureau des billets.

Le bureau des billets doit être assez grand, car on a un nombre considérable d'espèces de billets pour une destination donnée; de plus il y a les lignes en correspondance. On arrive quelquefois, dans une station, jusqu'à 1200 espèces de billets; il faut donc de grands meubles et deux personnes par bureau, de plus une caisse et des casiers de rechange et de remplacement, etc.

Le nombre de ces bureaux de billets varie pour chaque gare suivant son importance.

La surface de ces bureaux a de 12 mètres à 5 mètres; mais cette dernière surface est trop petite, on ne doit pas descendre au-dessous de 8 mètres.

4° Bureau des bagages au Départ.

Ce bureau doit être tel que trois ou quatre agents puissent y écrire en même temps. Les bureaux sont en plusieurs séries quand les lignes deviennent importantes.

Les tables de bagages doivent être à hauteur commode pour placer et enlever les bagages, de plus elles doivent être très-robustes : on leur donne $0^m,60$ à $0^m,65$ de hauteur et le plancher de ces tables est en bois de 54 millimètres d'épaisseur recouvert de bandelettes de fer.

Derrière la table des bagages, il faut un espace qui dépend du service ; on doit y laisser de la place pour les bascules et les brouettes qui cherchent les bagages.

La surface des salles de bagages dans une gare extrême doit être d'environ 300 mètres, et elle peut aller jusqu'à 600 lorsqu'il y a un service très-important.

Ainsi à la gare de l'Est on n'a que 127 mètres, aussi le service se fait-il très-difficilement, tandis que la salle des bagages de la ligne de Lyon a une surface de 580 mètres qui satisfait beaucoup mieux aux exigences du service d'une grande ligne.

Dans les stations intermédiaires, la surface des salles varie de 75 à 16 mètres.

5° Messageries.

Il faut les mêmes dispositions que pour le service des bagages.

Ces deux services sont complétement isolés dans les grandes gares.

Dans les petites gares, on fera les deux services sur la même table, ou bien celui des messageries se fera sur un bout de la table avec un bureau spécial.

6° Salles d'attente.

Quand la gare est importante ces salles sont complétement distinctes pour les trois classes de voyageurs, et un même employé doit pouvoir contrôler l'entrée de toutes les salles.

A l'issue de ces salles, on doit avoir toutes les facilités de sortie, par suite de grandes portes de 3 à 4 mètres de largeur et dont les battants s'ouvrent sur la voie ou qui sont roulantes pour ne pas refouler les voyageurs au moment de l'ouverture.

Les salles d'attente pour les trois classes occupent une surface qui varie de 300 à 500 mètres pour les gares extrêmes ; ainsi au chemin d'Orléans on a une surface de 310 mètres; au Nord, 365 ; à la gare de Lyon, 415, et à celle de l'Est, 485 mètres.

Dans les stations intermédiaires cette surface varie de 100 à 25 mètres carrés.

On établit d'ailleurs la surface de ces salles d'après le nombre de voyageurs qui peuvent s'y trouver à la fois, en admettant que dans un train ordinaire il y a 60 pour 100 de voyageurs de troisième classe, et supposant que le nombre des voyageurs pût doubler dans des circonstances exceptionnelles, ainsi les jours de fête, où l'on fait des trains spéciaux.

7° Bureau du chef de gare.

Ce bureau doit être en relation facile avec le public, car il reçoit les réclamations, de plus il doit pouvoir se rendre directement sur la voie pour le service des trains.

8° Télégraphie.

Ce bureau est sur la cour d'accès, dans un des angles du vestibule, lorsqu'il est à la disposition du public.

Lorsqu'il ne faut pas d'agents spéciaux, vu le peu d'importance du bureau, on établit ce service près des bagages, et alors le télégraphe ne sert que pour le service intérieur de la ligne, et se trouve dans le bureau du chef ou du sous-chef de gare.

Mais dans les grandes gares, ce service intérieur devient très-important et alors il faut un bureau spécial près de celui du chef de gare.

9° Poste.

Le bureau de la poste doit se trouver à proximité du chef de gare et du télégraphe et pouvoir être facilement accessible d'une part par les bureaux ambulants, de l'autre par les voitures qui font le service de la localité et par le public.

Dans les stations principales, le service de la poste se trouve souvent dans un local complétement distinct du bâtiment des voyageurs.

10° Correspondances.

Le bureau des correspondances est disposé, comme celui des billets, de manière à éviter autant que possible les rencontres des voyageurs se rendant à ce bureau et de ceux qui se dirigent, soit vers la salle des bagages, soit vers les salles d'attente.

Il se confond souvent avec le bureau des billets. Dans les grandes gares, on fait bien de l'annexer à la salle de distribution des bagages à l'arrivée, de manière à faciliter aux voyageurs les opérations qu'ils ont à effectuer en descendant du train.

11° Octroi.

Dans les stations qui comportent un bureau d'octroi, il faut autant que possible rapprocher ce bureau de la sortie et de la salle de distribution des bagages à l'arrivée.

12° Bagages à l'Arrivée.

Pour les gares très-peu importantes, on délivre ces bagages sur le quai de la station ; pour les gares un peu plus fréquentées on fait cette remise des bagages sur les mêmes tables que celle de l'enregistrement au départ.

Dans les grandes villes où il y a un service d'octroi, il faut disposer des doubles tables dans les salles de bagages à l'arrivée, et les employés de l'octroi se placent entre les deux rangées de tables.

Quand ce service de bagages demande un grand développement on est conduit à disposer les tables en fer à cheval, ainsi à la gare du Nord et aussi à la gare de Nancy.

Lorsque le service devient plus important on peut installer une table supplémentaire dans la salle des bagages, cette table longeant le couloir de sortie des voyageurs, et l'on ajoute même souvent, de l'autre côté de ce couloir, une salle pour attendre les arrivants.

Enfin, pour les très-grandes gares, il faut isoler complétement le service des bagages à l'arrivée.

13° Logement du chef de gare.

Ce logement doit être isolé du public, mais en relation facile avec le bureau du chef de gare ; on est donc conduit à le mettre à une extrémité du bâtiment. Il est bon de mettre au rez-de-chaussée le salon, la salle à manger et la cuisine, et de disposer la salle à manger à côté du bureau, afin que le chef de gare soit toujours près de son poste ; les autres pièces sont au premier étage.

Au chemin de fer du Nord, les bâtiments de voyageurs sont formés par un corps central avec des pavillons à un étage aux extrémités; alors l'un des pavillons sert de logement au chef de gare, ainsi qu'on vient de l'indiquer ci-dessus, et le premier étage du second pavillon est occupé par le logement du sous-chef de gare ou d'un autre employé.

14° Lampisterie, chaufferettes, etc.

Les locaux affectés aux employés de la voie ou de la traction sont situés soit à l'une des extrémités du bâtiment principal, soit dans le même pavillon que les latrines, soit enfin dans des annexes attenant ordinairement à un abri couvert situé en face du bâtiment principal, de l'autre côté de la voie.

L'importance de ces locaux varie d'ailleurs avec celle de la station. Ils se confondent souvent dans les petites stations, ou même on les réunit quelquefois à la salle des bagages et de la messagerie, et ils manquent dans les haltes.

La lampisterie occupe une surface de 16 mètres carrés dans les grandes stations; dans les stations de deuxième, troisième et quatrième ordre, elle n'a que de 13 à 10 mètres et sert quelquefois de magasin. Ce dernier, quand il existe isolément, est à peu près des mêmes dimensions que la lampisterie.

15° Water-Closets.

Dans les petites stations où les trains s'arrêtent rarement, et situées près de points d'arrêts forcés, un ou deux water-closets sont suffisants pour les voyageurs au départ ou à l'arrivée. Ils font en quelque sorte annexe du bâtiment principal.

On peut d'ailleurs, lorsque le besoin s'en fait sentir, établir un petit bâtiment distinct contenant des latrines et des urinoirs, accessibles du côté de la voie et de la cour.

Dans les stations d'un ordre supérieur, outre les water-closets affectés aux voyageurs, au départ, et attenant au bâtiment principal ou situé dans un pavillon donnant sur la cour, il faut, en général, un urinoir à chaque extrémité de la station et de chaque côté de la voie.

Ces urinoirs doivent être très-vastes dans les stations où les convois s'arrêtent pendant plusieurs minutes. Des écriteaux, placés bien en vue des voyageurs, indiquent la position de ces annexes, et les entrées distinctes pour les dames et pour les hommes.

Les marquises couvrant le trottoir doivent toujours s'étendre jusqu'aux latrines.

La surface des bâtiments de latrines est dans les grandes stations, comme Meaux, Bar-le-Duc, Lunéville, de 25 à 40 mètres pour chaque pavillon.

Dans les stations de moindre importance, où le temps d'arrêt des trains est toujours fort court, elle n'est que de 20 à 25 mètres.

On doit éviter le bois dans la construction de ces bâtiments, ainsi que tous les autres matériaux qui pourraient donner de mauvaises odeurs; il faut employer les ardoises, le ciment, le marbre et des ferrures galvanisées. De plus l'aérage et l'éclairage doivent être très-complets et l'on amènera des conduits d'eau s'il est possible.

16° Pompes à incendie.

Les compagnies de chemins de fer étant aujourd'hui leurs propres assureurs, il faut, dans chaque station, un local pour remiser une ou plusieurs pompes à incendie; généralement il suffira d'un simple abri avec des crochets pour les accessoires.

17° Pièces accessoires.

Les pièces accessoires se placent un peu où l'on a de la place ; cependant le bureau du sous-chef de gare doit être près de celui du chef, et le sous-chef a dans son bureau le service de la télégraphie de la ligne.

Le bureau du commissaire doit être en communication facile avec la voie et les voyageurs ; on le dispose en général à un des bouts du bâtiment, tout à fait séparé de l'intérieur de la gare et avec une entrée donnant sur la voie et l'autre sur les cours d'accès.

Les buffets sont installés avec une sortie sur la voie et une sortie sur les cours ; dans les gares intermédiaires la sortie sur les voies est seule ouverte, tandis que dans les gares extrêmes c'est l'inverse, et l'on n'ouvre alors les portes sur la voie qu'au départ des trains et en contrôlant les billets des voyageurs. La surface des salles de buffet varie de 300 à 800 mètres ; ce dernier chiffre correspond à la gare d'Épernay, où la salle de table d'hôte a, à elle seule, une surface de près de 400 mètres carrés.

§ 3. — MARQUISES ET ABRIS.

Système OPPERMANN, à double pentes avec colonnes creuses.

Les marquises destinées à abriter les voyageurs en attendant le passage du train, s'étendent sur une partie plus ou moins grande du trottoir, suivant l'importance de la gare et le climat du pays.

Au chemin de fer de Lyon et sur la ligne de Strasbourg, le trottoir contigu au bâtiment des salles d'attente n'est couvert que sur une partie de sa largeur par une marquise ; le second trottoir ne l'est pas du tout ; mais on a construit à la partie postérieure un bâtiment fermé où les voyageurs peuvent s'abriter.

Au chemin de fer de l'Est, dans toutes les stations de premier et deuxième ordre récem-

ment construites, les deux trottoirs sont entièrement couverts par des marquises supportées par des colonnes et s'étendant jusqu'au-dessus des voitures.

Les voyageurs sont ainsi abrités jusqu'au moment où ils se trouvent placés dans les voitures, et immédiatement au moment où ils en sortent.

Dans le cas des bâtiments servant d'abri, les voyageurs sont obligés de traverser, exposés à la pluie, une partie plus ou moins large du trottoir.

Les marquises sont moins coûteuses d'établissement que les bâtiments servant d'abri, et placées symétriquement sur les deux trottoirs, elles sont d'un aspect bien plus satisfaisant.

En ce qui concerne leur mode de construction, si elles ne peuvent être en console simple, nous recommanderons à nos lecteurs les marquises à double pente, retombant sur les colonnes d'appui, tant du mur de la station que du lambrequin placé au-dessus des voitures. Ce système, que nous avons imaginé pour éviter le double inconvénient des cheneaux placés contre les murs ou des cheneaux suspendus en porte-à-faux, a été pour la première fois appliqué par nous aux stations de Saint-Étienne à Firminy, et depuis, à un grand nombre d'autres lignes.

Il convient aussi d'établir des marquises du côté des cours, afin que le chargement des voitures et des omnibus puisse se faire à couvert.

Il faut, dans tous les cas, couvrir la portion du trottoir devant laquelle se trouvent ordinairement arrêtés les wagons à bagages.

§ 4. — REMISES DE WAGONS.

La position de ces bâtiments sur une ligne n'est pas, en général, déterminée exactement au commencement de l'exploitation, car on ne sait encore au juste quels seront les besoins du service; aussi ne la fait-on d'abord qu'en construction provisoire, là où l'on admet les remises nécessaires.

Souvent même, dans les pays tempérés, on n'en fait pas du tout au début de l'exploitation de la ligne, car on dépense autant en achat de terrain et construction qu'en détérioration de matériel, lorsqu'on le laisse exposé aux intempéries de l'air; mais dans les pays chauds, il faut, au contraire, construire ces bâtiments le plus vite possible, car la détérioration est très-rapide.

La construction la plus simple suffit pour ces remises.

Les baies doivent avoir $3^m,30$ au moins de largeur, afin que les voitures puissent passer avec leurs lanternes, quoiqu'on doive les enlever avant de les faire entrer en remise; la hauteur doit être de $4^m,80$.

On peut employer le bois et le moellon.

Ces bâtiments n'ont pas besoin d'être rigoureusement fermés; cependant il faut tenir compte de l'orientation, pour que les pluies fouettantes ne pénètrent pas dans les remises, et ne pas mettre des portes de ces côtés.

§ 5. — QUAIS DE CHEVAUX ET CHAISES DE POSTE.

Ces quais se construisent en moellons bruts portant un couronnement en bois, et la maçonnerie doit descendre sous le ballast. Les bordures en bois sont reliées à la maçonnerie à l'aide de pièces de bois en queue d'aronde en tous sens, noyées dans le mur et sur lesquelles on les visse.

Derrière la bordure, vient un pavage sur 2 ou 3 mètres de largeur au delà de la longrine et sur un plan horizontal; au delà, commence le plan incliné qui raccorde le quai au niveau de la cour.

Les bordures en pierre ne sont pas recommandables, car le plancher du wagon se trouvant à un niveau un peu supérieur, comme on l'a vu dans l'étude générale des services, il y a souvent des chocs sur le bord des longrines, et la pierre serait sujette à éclater.

Le chargement en bout exige une disposition spéciale, car le wagon peut venir buter; il faut donc munir le quai de heurtoirs, composés d'une forte pièce de bois de $0^m,35$

d'équarissage qui transmet le choc à une masse suffisante par l'intermédiaire d'une pièce verticale boulonnée à la traverse formant heurtoir et contre-butée par une contre-pile soutenant la traverse et moisant le poteau ; il y a de plus une moise horizontale sous le niveau de la voie et reliant le poteau et la contre-fiche. Dans certains cas, on prolonge la moise horizontale jusque sous les traverses de la voie, et on y boulonne une tige de fer dont l'autre extrémité est fixée au poteau à la hauteur du bas de la traverse, pour obtenir une résistance plus grande au choc.

Ces quais à heurtoir se font à un niveau de $1^m,10$ à $1^m,15$, c'est-à-dire à la hauteur du plancher des wagons ; il faut donc donner une bande aux bordures, des deux côtés, pour rejoindre le niveau général des quais à chargement de côté qui est à $0^m,90$ au-dessus de la voie.

§ 6. — QUAIS ET HALLES A MARCHANDISES.

Les quais à marchandises sont à un niveau de $0^m,90$ au-dessus de la voie, comme les quais à chevaux, et leur construction est la même.

Cependant, du côté de la cour, on doit tenir compte des usages de la contrée, qui donnent la hauteur des voitures, et alors il faut réduire celle du quai ; on l'élève selon les cas. De ce côté, d'ailleurs, les quais sont exposés aux chocs des voitures ; aussi recouvre-t-on les murs en maçonnerie d'un revêtement en bois formé par des madriers de $0^m,08$ à 0^m10 d'épaisseur.

La surface du quai est faite en terre fortement pilonnée entre les murs, qui se recouvre d'un plancher en madriers de $0^m,09$ d'épaisseur, posé sur des solives. Le pavage en bois est trop hygrométrique et se disloque ; le dallage en bitume a le défaut de retenir les odeurs.

Le ciment de Vassy ou celui de Saint-Quentin, à 3 ou 4 centimètres d'épaisseur sur une couche de béton de 10 centimètres, donne une bonne surface.

La largeur des quais varie avec le genre des services et avec la nature plus ou moins encombrante des marchandises ; on ne descend pas au-dessous de 6 à 8 mètres pour les quais d'expédition, et pour les quais d'arrivage on admet 12 mètres au moins, et l'on va souvent à 20 mètres, car les marchandises sont exposées à y rester quelque temps en entrepôt, en attendant le moment de la livraison.

La couverture de ces quais couvre 4 mètres de voie et 4 mètres de cour.

Autant que possible, il ne faut faire que des couvertures à deux pans pour éviter les chenaux intermédiaires qui pourraient occasionner des avaries de marchandises en cas de fuites.

L'écartement des fermes n'a pas besoin de dépasser 4 mètres, puisque les colis ne peuvent avoir plus de $2^m,50$ à 3 mètres de largeur à cause des dimensions des wagons. A l'origine, on avait écarté à 5 et 6 mètres, ce qui donnait une charpente lourde et coûteuse.

Le bord des quais doit être très-accessible ; aussi les points d'appui de la couverture se mettent-ils à $0^m,50$ en arrière de la bordure.

L'éclairage se fait par le toit, car en éclairant par les côtés, la lumière ne pénètre plus à l'intérieur, quand on a à charger des wagons ou des voitures. On emploie, de plus, des vitres doubles pour résister à la grêle.

Ces halles doivent être bien fermées dans les petites gares sans service de nuit ; dans les grandes gares, on laisse ces halles ouvertes.

La fermeture se fait du côté de la cour, à $1^m,50$ en retrait de la bordure du quai, contre les montants supportant la toiture. Du côté des voies, il est préférable de fermer à l'extrémité de la toiture, c'est-à-dire au delà de la voie qui longe le quai, car la Compagnie n'est responsable que dans le chargement ou le déchargement sur wagon ; du reste, on évite ainsi le point d'appui sur le quai, ce qui conduit à des halles non symétriques avec de grands auvents du côté des cours.

Ces halles sont complétées dans les grandes gares par un petit bâtiment annexe, situé à une extrémité, et contenant les bureaux pour les écritures des basculeurs, des vérificateurs et des facteurs.

Pour les halles de peu d'importance, on installe un bureau mobile dans l'intérieur de la halle.

§ 7. REMISES DE MACHINES.

Ces bâtiments doivent donner pour chaque machine un espace de 15 mètres de long sur $4^m,50$ de largeur au moins. Il importe de bien pouvoir les fermer et même les chauffer.

On peut adopter la charpente en bois, mais éviter la couverture en zinc qui est attaquée par les vapeurs sulfureuses; certaines qualités d'ardoises ne résistent même pas; aussi le mieux est-il d'employer la tuile.

Cette condition de clôture parfaite donne certains inconvénients à l'emploi des remises en rotondes; on a en effet au moins 16 machines dans les bâtiments de ce genre; de plus, il faut deux voies pour l'arrivée et le départ, et les deux portes resteront constamment ouvertes, ce qui rend le chauffage plus difficile.

Dans les demi-rotondes, la fermeture est plus facile; la surface couverte est moindre, puisque l'on n'est pas forcé de couvrir la plaque tournante qui reste à l'extérieur du bâtiment, et on peut ne les construire que par fragments successifs.

Ces remises sont souvent plafonnées; mais alors il faut ménager une hotte mobile au-dessus de chaque machine, tandis que quand il n'y a pas de plafond, la ventilation se fait par un lanterneau à persiennes, situé au haut de la toiture.

Les fermes de la couverture sont disposées entre les places des machines, et l'on établit de chaque côté deux ou trois fenêtres près desquelles se placent les étaux et outils servant au nettoyage et aux petites réparations.

Sous chaque machine se trouve une fosse à piquer le feu, servant au nettoyage et à la visite; car on vide le foyer dans une fosse spéciale avant d'entrer dans la remise. Le fond de ces fosses a une pente de $0^m,01$ par mètre; elles ont une profondeur de $0^m,80$ et une longueur de 13 mètres. La forme du radier doit être bombée, car avec la forme creuse, on met le pied dans la partie la moins propre quand on y descend; quelquefois on a une cuvette avec une marche de chaque côté. Il y a un escalier à une extrémité au moins de la fosse, souvent aux deux.

L'alimentation d'eau pour le nettoyage et le lavage se fait dans les remises par une bouche d'eau entre les deux fosses.

Les grandes remises sont accompagnées d'un atelier de petites réparations, contenant les outils nécessaires, ainsi qu'un magasin de pièces de rechange.

Il y a de plus un bureau et un logement pour le chef du dépôt, un dortoir pour les mécaniciens et chauffeurs, ainsi que des cabinets de toilette et un corps-de-garde pour s'abriter le jour.

§ 8. — QUAIS A COKE.

Les quais à coke doivent permettre une manutention facile et périodique.

Ils sont souvent en simple palier, qui est à une hauteur intermédiaire entre le niveau du plancher des wagons d'où il sort, qui est de $1^m,10$, et le niveau de $2^m,20$ de la balustrade du tender. Dans quelques cas, on fait des quais à deux étages.

On recouvre ces quais dans les pays très-humides ou très-chauds; en France, on s'en dispense, car les approvisionnements ne sont jamais considérables.

§ 9. — RÉSERVOIRS D'EAU, GRUES HYDRAULIQUES.

Les réservoirs d'eau qui accompagnent les dépôts de machines ont une importance variable suivant le dépôt; ils cubent de 25 à 100 et 200 mètres. Dans les localités isolées, il faut avoir deux jours d'approvisionnement, et le réservoir doit être de plus dédoublé, en cas de réparation.

A l'origine, on faisait les réservoirs rectangulaires, mais ils étaient fort coûteux à cause du plancher et des armatures.

On en est venu aux réservoirs cylindriques en tôle, avec fond plat; enfin on a évité les planchers en faisant le fond sphérique, relié au cylindre par des cornières, et reposant

par ses bords sur une couronne en fonte que porte une maçonnerie cylindrique, si l'on emploie des briques, ou polygonale pour les grands matériaux.

Ces supports en maçonnerie ont été faits souvent trop forts; une épaisseur de $0^m,50$ en moellons suffit, et permet même de pratiquer des portes dans le mur.

Le fond du réservoir se trouve à $4^m,50$ ou 5 mètres au-dessus du niveau de la voie; on ne l'élève à 16 ou 20 mètres que quand on veut de fortes pressions pour le lavage des machines.

Ces réservoirs peuvent être alimentés par des pompes à bras quand ils ne dépassent pas un cube de 25 mètres. Au delà de ce volume, on emploie une locomobile, ou mieux une machine horizontale, placée sous le réservoir et agissant sur une pompe horizontale dans le cas d'une faible hauteur, ou sur une pompe verticale aspirante et foulante pour les grandes hauteurs.

Aujourd'hui, on a partout des machines à vapeur, et un chauffeur parcourt la ligne en faisant fonctionner chaque machine pendant trois heures.

Les grues hydrauliques distribuent l'eau aux divers points de la gare, loin du réservoir. La grue ne doit pas permettre la congélation de l'eau en hiver; elle doit pouvoir être entourée facilement de torons de paille, ou bien on la fait à double enveloppe avec un petit calorifère au bas; mais alors on a à craindre la négligence des employés.

La grue est construite de telle sorte qu'au moment où on ferme le réservoir, on ouvre une soupape emmenant l'eau dans un puisard; par ce moyen, la gelée est moins à craindre.

§ 10. — GUÉRITES ET MAISONS DE GARDES.

La répartition des maisons de gardes sur la ligne exige un examen sérieux du service et des moyens de surveiller et d'entretenir la voie avec le moins de frais possible. Il faut, à cet effet, établir un projet de gardiennage sur lequel on marque la position de tous les passages à niveau, en indiquant le genre de barrières ainsi que la position de tous les signaux et appareils de manœuvre, et enfin des maisons ou guérites de gardes. Ce projet permet de se rendre compte du service de chaque garde ou chef d'équipe, en s'assurant que le service assigné à chacun d'eux est renfermé dans de justes limites, sans surcharges qui pourraient entraîner la négligence.

L'habitation d'un garde peut être une simple guérite en charpente ou une maisonnette en maçonnerie, ou enfin une maison pouvant renfermer le garde et sa famille.

La guérite mobile a d'ordinaire $1^m,50$ de largeur sur $2^m,05$ de longueur à l'intérieur, et $2^m,30$ de hauteur à la naissance du toit. Le prix d'une guérite de ces dimensions est de 300 à 315 francs.

Lorsque la position de la guérite est définitivement arrêtée, on y substitue avantageusement une maisonnette en maçonnerie, qui peut au besoin servir d'abri pour la nuit à un seul homme. Ces maisonnettes ont généralement $3^m,20$ en carré dans œuvre, et leur prix varie de 700 à 800 fr.

Lorsque le service d'un passage à niveau est important, on y place un homme marié qui se fait suppléer par sa femme dans la manœuvre des barrières, et la maison du garde prend alors plus d'importance.

Les types de constructions de ce genre sont très-nombreux, et leur prix dépasse souvent 4,000 et même 6,000 fr. Celui du réseau de l'Est, du prix de 3,000 fr., qui est l'un des meilleurs types adoptés aujourd'hui, et étudié par M. Goschler, directeur général du chemin de fer Hainaut et Flandres, comprend dans le sous-sol une cave régnant sous les chambres à coucher; au rez-de-chaussée, un vestibule pour les outils et la cage d'escalier, une cuisine et deux chambres à coucher; à l'étage, une grande chambre à coucher et un grenier; une annexe adossée contient une étable, un four et des water-closets.

Pour empêcher les accidents, lorsque le garde se réveillant en sursaut se précipite vers la voie, on place une barrière en avant de la porte de sortie. Il vaut encore mieux ne pas disposer la porte en face de la voie, et la mettre sur une des façades latérales de la maison, en écartant celle-ci de 5 mètres au moins du rail extérieur.

Il est convenable, en tous cas, d'annexer à la maison du garde un petit jardin pour lequel on peut disposer des excédants de parcelles provenant de l'expropriation, ou échangées avec les propriétaires riverains. Ces jardins ne doivent pas être trop considérables, afin que le garde n'ait pas de tendance à négliger le service pour le cultiver; sa surface peut varier de 10 à 25 ares (1).

CHAPITRE III

CONSTRUCTION ET ENTRETIEN DES BATIMENTS

§ 1. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

La construction doit toujours être solide et sans surcharge d'ornements inutiles. Les bâtiments, étant presque toujours isolés, exigent des soins d'établissement tout spéciaux. Partout où le sous-sol le permettra, et à moins d'empêchement absolu de toute autre nature, on préférera les constructions en maçonnerie au bois.

La maçonnerie de briques donne de grands avantages, quand elles sont faites avec de bonnes terres et bien cuites. Les faces vues peuvent être conservées à l'air sans enduits; de plus, l'exécution est rapide et économique.

Les murs en moellons exigent une épaisseur plus grande que celle des murs en brique, et de plus, il faut presque toujours les recouvrir d'un enduit qui exige de l'entretien.

La maçonnerie de pierre de taille est la meilleure, mais aussi la plus coûteuse. On la réserve pour les soubassements, les encadrements de baies, les chaînes et les angles de bâtiments. Lorsque la pierre sert de couronnement et qu'elle est un peu grenue et spongieuse, il faut l'enduire de deux ou trois couches d'huile de lin chaude, ou la poser sur un lit d'asphalte ou de goudron.

Les corniches qui forment gouttières doivent être garnies d'asphalte ou de caniveaux en fonte, plomb ou zinc.

Les toitures reçoivent une inclinaison appropriée à la nature des matériaux employés et au climat de la localité. Quel que soit d'ailleurs le système appliqué, il ne faut pas omettre, surtout pour les halles ouvertes et exposées à l'action du vent, de garnir la face inférieure de la couverture au moyen d'un plafonnage en planches, en plâtre ou en mortier, afin de garantir le toit contre le soulèvement par les rafales.

On doit prendre les précautions les plus minutieuses pour préserver les planchers du rez-de-chaussée de l'humidité et de la pourriture. A cet effet, on ne négligera pas de bien enduire la partie basse des maçonneries avec du ciment, du mortier hydraulique ou de l'asphalte. Lorsque les planchers ne seront pas établis sur caves, on ménagera sous les lambourdes et dans toutes les parties du sous-sol, des évents qui permettront à l'air de circuler librement.

§ 2. — EMPLOI DES MATÉRIAUX.

1. MAÇONNERIE.

On n'emploiera, pour le remplissage des vides au-dessous des voûtes sous plancher, que des matériaux secs, tels que gravier, cassis de briques, etc. Derrière les murs qui supportent une charge de terre, on remblayera d'abord avec des pierres cassées et pilonnées par couches d'un demi-mètre d'épaisseur, et on percera des ouvertures en meurtrières (sarbacanes) à diverses hauteurs dans le mur, afin de faciliter l'écoulement des eaux.

---

(1) On trouvera plus loin la description des *Types d'application* pour les divers genres de bâtiments. dont les principes seulement sont exposés ci-dessus.

2. CHARPENTE.

Les plans doivent être exactement suivis, et les fermes assemblées préalablement sur les chantiers avant le montage. Les bois et fers engagés dans la maçonnerie ou le sol seront brûlés ou enduits de peinture.

Il ne faut poser les planchers que lorsque les maçonneries et enduits sont terminés et la toiture achevée.

3. CHEMINÉES.

La construction des cheminées sera l'objet de soins tout particuliers. Chaque foyer doit être muni d'un tuyau spécial en briques cintrées ou en poterie spéciale.

On disposera les planchers et charpentes de manière qu'*aucune pièce de bois ne se trouve au contact des tuyaux ou des foyers de cheminées.* L'espace compris entre les solives d'enchevêtrure sera rempli par une petite voûte en briques ou fer et plâtre.

4. COUVERTURE.

Les matériaux employés sont : les tuiles, les ardoises, la tôle de fer plane, ondulée, peinte ou galvanisée, le zinc, le plomb et le cuivre.

Les poids comparatifs des diverses couvertures sont généralement compris dans les limites suivantes :

Tuiles plates	80 kil. à	82 kil.
Tuiles à emboîtement	31	41
Ardoises	17	20
Fer ou cuivre	10	12
Zinc	7	9

Couvertures en tuiles. — Les tuiles plates, creuses ou à rainures, doivent être fabriquées avec de l'argile aussi pure que possible; le travail de trituration, de compression et la cuisson, demandent des soins particuliers : on refuse celles dont le son n'est pas clair au choc et dont la struction est feuilletée.

L'inclinaison minima à donner aux toits en tuiles plates correspond à 2 de hauteur pour 3 de base, c'est-à-dire $0^{m},66$.

La couverture en tuiles emboîtées est préférable à la précédente; car, ainsi que l'ardoise, elle exige une charpente de moindres dimensions, et l'inclinaison peut n'atteindre que $0^{m},40$ de pente.

Couvertures en ardoises. — Les ardoises doivent être fines, dures, d'un grain uniforme et indélayables. Les ardoises les plus estimées en France sont celles d'Angers et de Fumay.

Quand les toitures sont exposées aux coups de vent par soulèvement, comme pour les halles ouvertes, on les place sur un voligeage jointif de $0^{m},025$ à $0^{m},027$ d'épaisseur; les voliges ne doivent pas avoir plus de $0^{m},25$ à $0^{m},28$ de largeur, afin de diminuer les effets du rétrécissement et du gauchissement. Lorsqu'on couvre un local fermé, il suffit de poser les ardoises sur des lattes à vive arête de $0^{m},07$ sur $0^{m},035$.

Les ardoises se recouvrent généralement sur $0^{m},07$ à $0^{m},12$ de largeur; les meilleures dimensions d'ardoise sont celles de $0^{m},300$ à $0^{m},457$; elles sont moins fatiguées par les mouvements du voligeage et l'action du vent.

Couvertures métalliques. — On se sert souvent, pour couvrir certains édifices à toit aplati, de cuivre, fer, tôle, plomb ou zinc. Dans tous les cas, le métal employé doit être tenace et flexible, sans fentes, pailles, ni crevasses.

Les voliges généralement employées sont en peuplier de 2 mètres de longueur sur $0^{m},015$ d'épaisseur et $0^{m},15$ de largeur en moyenne.

Quand on n'a pas à craindre d'émanations de vapeurs attaquant le métal, on cloue les voliges horizontalement sur les chevrons, à des distances de $0^{m},015$ l'une de l'autre.

Mais dans les halles où circulent les locomotives, dans les ateliers, les cabinets d'aisance, etc., on volige à recouvrement et en diagonale.

Les cheneaux et les noues servant d'égouts aux versants, doivent avoir une pente mi-

nima de $0^m,01$ par mètre, en les partageant en une série de pentes et contre-pentes, qui déverseront leurs eaux dans des cuvettes surmontant des tuyaux de descente en fonte, s'il est possible, et de diamètre suffisant pour déverser toutes les eaux qui pourraient provenir d'un dégel subit.

Le fer et le cuivre seront peints à l'huile, le premier à deux couches, le second à une couche seulement.

Couvertures en feutre. — Le feutre, qu'on emploie avec avantage pour les constructions provisoires, est très-économique, mais il réclame beaucoup de soins lors de la construction et de fréquents travaux d'entretien. On le trouve en fabrique sous forme de rouleaux de $0^m,80$ de large sur 25 mètres de long, au prix de 1 fr. 10 le mètre courant.

L'inclinaison du toit peut être de $0^m,15$ à $0^m,20$; le voligeage étant fait, on étend le feutre en long ou en large en recouvrant les lisières de $0^m,05$ au moins et on le fixe sur le bois avec des clous distants de 3 à 4 centimètres. Les gouttières se font en deux feuilles de feutre superposées et cimentées par l'enduit.

Le feutre étant cloué, le toit entier reçoit une couche de goudron mélangé de chaux par moitié, appliquée à chaud avec une brosse et saupoudrée de gros sable. La pose et le goudronnage doivent se faire par un temps sec, et il faut renouveler la couche tous les deux ans au plus, selon le climat.

5. MENUISERIES.

Le bois doit être choisi aussi sec que possible et travaillé avec le plus grand soin dans les assemblages.

Toutes les pièces d'une fenêtre ou d'une porte recevront un numéro gravé dans le bois, pour éviter les erreurs dans la pose.

On ne posera les planchers que lorsque la toiture sera terminée et que le sol des étages sera suffisamment sec ; les frises de ces planches auront toute la largeur des pièces et les joints seront soigneusement ajustés.

6. SERRURERIE.

Les ouvrages de serrurerie se divisent en trois classes : ouvrages en fonte, gros fers et petits fers. Ils faut surveiller avec grand soin les travaux de ferrage, car des portes ou des fenêtres mal ferrées ou posées sans soin réclament constamment des frais de réparation.

7. FUMISTERIE.

Dans l'étude du chauffage, il faut bien tenir compte du volume des locaux à chauffer, de leur disposition dans le bâtiment et du degré de température à atteindre. En même temps on doit y combiner la ventilation et, dans ce but, il vaut mieux fournir un grand volume d'air à température moyenne plutôt que de chauffer un petit volume à une haute température.

Pour arriver à ces résultats, on doit ménager la place des calorifères dans le sous-sol, y conduire l'air extérieur par de larges carnaux, et pratiquer, dans les murs, des carnaux à grande section pour conduire l'air chaud dans toutes les parties du bâtiment, en réservant un tuyau spécial pour chaque étage. Les carnaux rampants devront avoir une pente aussi forte et devront être aussi courts que possible. De plus, il faut éviter les coudes brusques.

Il faut aussi éviter avec le plus grand soin que les tuyaux de poêle ou les conduites des cheminées passent à moins de $0^m,50$ d'une pièce en bois, dans les combles ou planchers. Des incendies ont eu lieu souvent dans certaines gares pour avoir omis cette précaution.

8. PEINTURE ET VITRERIE.

Toutes les pièces métalliques ou autres engagées dans la maçonnerie seront recouvertes d'une couche d'impression avant la pose. Les parties visibles des boiseries sont peintes à trois couches au ton convenable (isabelle gris).

La qualité de l'huile et des siccatifs employés a une importance aussi grande que celle

des couleurs sur la durée des ouvrages de peinture; il faudra donc les vérifier avec le plus grand soin.

Les vitres devront être choisies bien recuites, unies, exemptes de bulles ou de stries. On emploie généralement le verre simple, mais pour les parties inclinées et exposées au vent ou à la pluie on prend du verre double. Afin d'éviter l'action du soleil dans le local abrité par ces vitrages, on donne à la surface des verres un cannelage qui renvoie à l'extérieur une partie des rayons de chaleur. Dans les grandes halles, on emploie souvent des plaques de verre coulé sur des tables en fonte; l'épaisseur de ces verres varie de 3, 4 à 5 millimètres; on les place à bain de mortier assez épais, et on laisse un jeu suffisant pour que le verre ne soit pas trop serré dans son encadrement.

§ 3. — ENTRETIEN DES BATIMENTS.

La durée d'un bâtiment bien construit et l'importance des frais d'entretien dépendent des soins apportés aux réparations courantes et que l'on peut résumer ainsi qu'il suit :

Préserver le bâtiment de l'humidité, en donnant un écoulement continu aux eaux du sol et du sous-sol en contact avec le bâtiment;

On devra prendre les mêmes précautions pour les cours et les voies d'accès;

Débarrasser les toits de la neige trop abondante; nettoyer les noues, chéneaux, tuyaux et conduites d'eau;

Réparer ou remplacer sans retard toute pièce avariée ;

A l'extérieur, renouveler les peintures dès que les anciennes couches commencent à s'écailler ;

A l'intérieur, entretenir toujours les surfaces visibles dans un grand état de propreté;

Effectuer d'une manière régulière le ramonage des cheminées, afin de conserver aux foyers un tirage convenable et de préserver les bâtiments contre les chances d'incendie;

Maintenir constamment dans le plus parfait état les water-closets et les urinoirs.

CHAPITRE IV

PLANS D'ENSEMBLE DES DIVERS TYPES DE GARES

§ 1. — GARES DE TÊTE DE LIGNE OU DE REBROUSSEMENT.

1. GARE DE TÊTE DE NIEDERBRONN.

Pl. 34. — Fig. 1.

Cette gare formait l'extrémité d'un petit embranchement relié à la ligne de Strasbourg à Wissembourg, à la station de Haguenau, et prolongé récemment jusqu'à la ligne de Metz à Mayence.

Elle comprend un bâtiment de voyageurs, une halle à marchandises et une remise pour deux machines. Le bâtiment de voyageurs B se trouve à l'extrémité de la voie double qui longe le trottoir T des voyageurs et près de l'angle du carrefour situé à l'entrée de la ville. Les deux voies s'aiguillent et une plaque tournante, placée à l'extrémité de l'une d'elles, permet de retourner les machines.

La halle aux marchandises M, dont le service comprend trois voies reliées par des plaques tournantes, se trouve vers le milieu de la longueur du trottoir; une partie seulement du quai est couverte et elle possède un plan incliné avec chargement de bout.

Le dépôt des locomotives L, qui est un bâtiment rectangulaire, se trouve placé de l'autre côté des voies du service des voyageurs par rapport à la station et vers l'extrémité du trottoir. Ses voies s'aiguillent sur les deux voies des voyageurs qui, à la sortie de la gare, se relient pour former la voie unique de la ligne.

2. GARE DE REBROUSSEMENT DE LA LIGNE DE DOUAI A BRUXELLES.

Pl. 34. — Fig. 2.

L'importance de cette gare est bien plus considérable que celle de la précédente. Elle est située au point de rebroussement de deux voies doubles et comporte un service de voyageurs et de marchandises très-développé.

Le bâtiment des voyageurs B occupe toute la longueur des trottoirs, qui sont abrités par une halle couvrant les deux voies.

Les quais et halles à marchandises M se trouvent du côté opposé au bâtiment des voyageurs, entre les voies et le canal de l'Escaut; un réseau de voies dessert tous ces bâtiments, de même que le réseau placé au-delà du passage à niveau et qui sert au garage des trains chargés et des voitures vides.

Le dépôt des locomotives L, placé au fond de la gare, peut contenir six machines et est accompagné d'une plaque tournante, d'un réservoir d'eau et d'un quai à coke.

§ 2. — GARES INTERMÉDIAIRES.

1. STATION DE LA LIGNE DE LUNÉVILLE A SAINT-DIÉ.

Pl. 34. — Fig. 3.

La disposition de cette gare peut servir de type pour une station intermédiaire de moyenne importance, car tous les services y sont bien séparés et d'un accès facile; de plus, le plan est établi en ligne droite, sans avoir eu à s'astreindre à une forme de terrain déterminée par une condition de difficultés d'acquisition ou de toute autre nature.

Le bâtiment de voyageurs B se trouve au milieu de la longueur du trottoir, contre lequel est aussi situé le petit bâtiment des cabinets d'aisance WC.

La voie unique de la ligne se dédouble en gare pour le service des voyageurs, et vers l'extrémité de la voie double est un chariot qui permet d'aller remiser ou de chercher des voitures sur les deux voies de remisage placées derrière le trottoir, du même côté que le bâtiment des voyageurs.

Le service des marchandises se trouve tout entier du même côté que la gare à voyageurs. Il se compose d'un quai couvert M, d'un quai découvert et d'un quai à plan incliné pour le chargement du bois. Ces trois quais sont desservis par un réseau de trois voies reliées par deux files de plaques et allant s'aiguiller sur la voie unique de la ligne.

La remise des machines L peut contenir deux machines, elle est accompagnée d'un réservoir d'eau, et la voie qui relie la remise à la double voie de la gare est aiguillée par un bout de voie sur lequel se trouve une plaque tournante et qui sert à apporter le coke pour le service des locomotives.

2. TYPE DE STATION INTERMÉDIAIRE DE LA LIGNE DE BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF.

Pl. 34. — Fig. 4.

Le type de station intermédiaire adopté sur cette ligne par M. Huguet, directeur de la Compagnie, est essentiellement économique et suffisant pour l'exploitation des lignes à faible trafic. Les stations de ce type sont celles de Viville et Chalaville.

Acquisition des terrains. — Au point de vue de la surface d'acquisition, on remplit toutes les conditions d'économie. La voie d'accès est fournie par une route ou un chemin existant; la cour des voyageurs et des marchandises est commune, et il n'y a aucune place perdue.

Disposition des voies. — L'arrangement des voies est excessivement simple et se compose de deux voies symétriques reliées à chaque extrémité par des changements de voie; une plaque tournante est installée sur l'une d'elles et communique aux deux voies à marchandises, dont l'une longe le quai découvert perpendiculairement à l'axe de la ligne, et l'autre est placée suivant un angle de 45 degrés. Cette disposition permet de laisser ou

de prendre des wagons, et la manœuvre est la même dans les deux cas, à cause de la symétrie des voies.

La voie qui longe les bâtiments est spécialement destinée aux marchandises, l'autre est réservée aux trains mixtes ou de voyageurs ; un trottoir sépare les deux voies.

Conçue pour une exploitation en navette, cette gare donne cependant un espace suffisant pour permettre l'évitement d'un train spécial facultatif de dix à douze véhicules.

Enfin, la longueur totale de pointe en pointe est de 250 mètres, et en y ajoutant 25 mètres de chaque côté, soit 300 mètres, on arrive à une longueur de palier qu'il est toujours facile d'établir, même sur un profil un peu accidenté.

Bâtiments. — Le bâtiment des voyageurs B, la halle aux marchandises M, et les quais découverts, se font suite, de sorte que le service du chef de station est rendu très-facile, car il peut de son bureau surveiller les deux services de grande et de petite vitesse.

Le bâtiment des voyageurs comprend au rez-de-chaussée un bureau pour le chef de gare, une petite salle aux bagages, une salle d'attente, l'escalier menant au premier, une lampisterie et des water-closets. Le premier étage, servant de logement au chef de gare, est composé de deux chambres à coucher, d'une salle à manger et d'une cuisine ; il est complété par une cave et un grenier.

La halle aux marchandises est accolée au bâtiment des voyageurs et communique avec lui par quelques marches d'escalier donnant dans la salle des bagages ; en outre, deux lucarnes, dont l'une est placée dans le bureau du chef et l'autre dans la salle des bagages, permettent de surveiller facilement l'intérieur.

Cette disposition est absolument économique, puisqu'une partie des murs sont communs ; de plus, elle présente l'avantage de permettre l'exploitation par un seul agent. Le prix de revient n'a été que de 15,152 fr. 50 pour les deux bâtiments.

§ 3. — GARES DE BIFURCATION.

STATION DE HAUTMONT.

Pl. 34. — Fig. 5.

Cette station est de faible importance au point de vue du service des voyageurs et marchandises de la localité ; elle ne comporte qu'un petit bâtiment B, situé le long de l'un des deux trottoirs T, et une halle à marchandises couvertes M, avec quai découvert et à rampe, placé de l'autre côté des voies.

Mais le service de bifurcation est très-important, surtout pour les marchandises, aussi y a-t-il deux réseaux très-développés pour le remaniement des trains ; et, de plus, une remise L pour deux locomotives destinées au service de manutention de la gare des marchandises.

§ 4. — RACCORDEMENTS D'USINES.

1. USINE DE LA PROVIDENCE, A REHON (Meurthe et Moselle).

Pl. 34. — Fig. 6.

Le raccordement des forges de la Providence avec la ligne de Longuyon à Longwy (Est), à voie simple, est fait sur une pente prononcée, puisqu'elle est de 0^m,005 vers le chemin de fer.

Il a donc fallu prévoir le cas où des wagons s'échapperaient de l'usine, par le fait de la pente et du poids. Dans ce but, sur la voie de raccordement, s'embranche une voie perdue en contre-pente, aboutissant à un cavalier en terre, et qui est toujours ouverte par l'aiguille.

2. USINE DE JARVILLE (Meurthe et Moselle).

Pl. 34. — Fig. 7.

Les hauts-fourneaux de Jarville, près Nancy, sont raccordés en pleine voie avec la ligne à voie double de Paris à Strasbourg. La voie d'embranchement qui dessert les quais de

chargement et de déchargement n'est reliée qu'à la voie montante, de sorte que son aiguille est prise en talon par les trains qui passent.

Les wagons partant du quai et se dirigeant vers Nancy sont pris par les trains montants, conduits à Varangeville, et repris par les trains descendants; les wagons venant par la voie descendante poursuivent jusqu'à Nancy, pour être repris par les trains montants.

3. MINIÈRE DES TILLOTS.

Pl. 34. — Fig. 8.

Le raccordement a lieu avec la ligne à une voie de Charleville à Thionville, qui est en pente de $0^m,01$, ainsi que la voie d'évitement et le tronçon reliant cette dernière voie aux deux voies parallèles de chargement et déchargement, qui s'aiguillent l'une sur l'autre, et sont de plus reliées par deux plaques tournantes entre lesquelles se trouve un pont à bascule.

4. VERRERIE DE RICHEMONT.

Pl. 34. — Fig. 9.

Comme dans le cas précédent, la voie venant de l'usine ne se relie pas directement à la voie principale (ligne de Metz à Thionville), mais à une voie d'évitement qui se soude par ses deux bouts à la voie principale.

Cette disposition facilite beaucoup les manœuvres à faire pour prendre et laisser des wagons; de plus, à condition de maintenir toujours libre cette voie d'évitement sur laquelle s'embranchent les voies de garage proprement dites, un train trouvant mal placée l'aiguille qu'il prend en pointe, reprendrait sans encombre la voie principale à l'autre aiguille.

CHAPITRE V

TYPES DE BATIMENTS ÉCONOMIQUES

§ 1. — BATIMENTS DE VOYAGEURS.

Gares et Stations d'Ancône à Bologne.

Construites par M. C. A. OPPERMANN, ingénieur-constructeur.

Pl. 35.

Depuis vingt ans que l'on construit des gares de chemins de fer, il s'est produit un nombre en quelque sorte indéfini de types variés, et le constructeur qui doit choisir les dispositions les plus simples et les plus commodes pour un bon service, se trouve souvent embarrassé pour donner la préférence à telle disposition ou à telle autre.

Cependant, il est impossible d'admettre, qu'après tant d'années d'expériences, il ne ressorte pas de tous les inconvénients reconnus dans les détails de chaque type, une sorte de programme général des conditions à remplir; c'est ce qui nous a engagé à publier les types que nous avons construits sur la ligne d'Ancône à Bologne, et dans la composition desquels nous nous sommes principalement appliqué à nous conformer aux principes suivants :

1° Séparer nettement le service des voyageurs et le service des marchandises. A cet effet, toutes les salles d'attente, buffets, lieux d'aisances, bureaux du télégraphe, sont constamment rejetés à droite, vers la queue du convoi montant (qui longe le trottoir), tandis que la salle et le bureau des bagages, les bureaux du service de la voie, sont rejetés à gauche, vers la tête du convoi où se trouvent la machine et le wagon des bagages.

2° Faire en sorte que le voyageur parcoure le moins de chemin inutile possible, depuis le moment où il entre dans la gare jusqu'au moment où il sort de la salle d'attente pour prendre place dans le convoi.

A cet effet, le bureau des billets a été logiquement placé au centre du vestibule, en face de la porte principale.

La table des bagages, au départ, est à gauche du bureau des billets, de manière que, tout en prenant son billet, on puisse déposer de suite ses bagages sur cette table, et passer de là au bureau des billets des bagages, qui est à gauche, et d'où il y a vue sur le pesage, et contrôle immédiat de l'expédition régulière.

De là le voyageur se rend à la salle d'attente, où celui de première ou de deuxième classe a moins de chemin à faire que celui de troisième classe.

3° Disposer les salles d'attente de manière que les premières et les secondes soient vers la tête du convoi, et les troisièmes vers la queue, afin d'éviter, sur le trottoir, à la sortie, le trouble et le tumulte qui résultent, dans beaucoup de gares, d'une disposition contraire.

On sait que les voitures de deuxième et première classe sont généralement vers la tête du convoi, où les mouvement de lacet se font le moins sentir, et les voitures de troisième classe vers la queue, où se trouve aussi le wagon-frein.

4° Faire en sorte que la sortie des voyageurs venant du convoi ne se dégage pas sur le vestibule, afin d'éviter la confusion entre les voyageurs qui partent et ceux qui arrivent.

Il peut y avoir des inconvénients de fraude à faciliter le passage direct du vestibule sur la voie. Il vaut mieux que ce passage ne puisse avoir lieu que par la salle des bagages, en soulevant une partie du banc, ou par les bureaux, où il y a toujours du monde pour surveiller les passages irréguliers. Il y a cependant de bons types économiques où on passe directement de l'entrée à la voie.

Dans tous les types, les voyageurs qui arrivent longent, à la sortie, la table de distribution des bagages.

5° Ménager une porte spéciale pour les bagages au départ, et une autre pour les bagages à l'arrivée, afin d'éviter les erreurs qui auraient lieu infailliblement si, à un moment quelconque, les deux courants pouvaient se confondre. Dans les types que nous publions, la salle des bagages est commune, mais une arcade ou une clôture peut séparer la région consacrée au départ de la région consacrée à l'arrivée. Cette disposition permet de réaliser le principe avec le moindre personnel possible, les mêmes hommes pouvant surveiller à la fois les deux mouvements en sens inverse.

6° Le chef de gare est partout au centre du bâtiment sur la voie, et son bureau est à la fois en contact avec tous les services qu'il doit diriger. Il touche d'un côté au bureau des billets avec lequel il se confond dans les quatrièmes classes; il touche par une autre porte à la salle des bagages, par une autre au bureau du télégraphe, et il est aussi près que possible de l'escalier qui conduit à son logement.

7° Les buffets sont à l'extrémité de la gare, et du côté où se trouvent, en dehors et à 3 mètres de distance, les lieux d'aisances. Par ce moyen, les voyageurs de passage perdent aussi le moins de temps possible, et ne se mêlent pas avec les voyageurs partants ou arrivants. Le conducteur du train sait toujours de quel côté les trouver pour appeler les retardataires.

8° On remarquera, en règle générale, que la disposition des différents locaux de la gare est, en quelque sorte, la contre-épreuve du convoi lui-même.

La lampisterie, les hommes d'équipe, l'aiguilleur, etc., sont en tête du convoi où se trouve la machine. Les bagages viennent ensuite en face du wagon à bagages. Le chef de gare, le bureau de poste et du télégraphe en face du wagon-poste, les deuxièmes et les premières classes en face des wagons correspondants, et les troisièmes classes à la fin du convoi.

Nous ferons remarquer en outre qu'il y a un grand avantage à ce que tous les types de première, deuxième, troisième et quatrième classes soient disposés, comme distribution relative des pièces, d'une manière analogue. Le voyageur sait toujours ainsi d'avance, et

peut deviner en quelque sorte, dans une station quelconque, où il faut aller pour trouver un service déterminé.

9° Nous nous sommes appliqué aussi à faire en sorte que tous les types puissent se déduire l'un de l'autre, en construction, par une simple addition ou suppression de travées. Ainsi l'on pourra faire une première classe d'une deuxième en ajoutant seulement deux travées aux ailes. Une deuxième classe se fera de même avec une troisième, etc. Ceci est très-commode pour le développement ultérieur du service et l'augmentation du trafic. C'est pour cela aussi qu'on a terminé les ailes par des pignons droits dans les trois premiers types. Dans le quatrième type, on ne l'a pas fait pour éviter un cube de maçonnerie qui aurait été relativement plus considérable.

10° Enfin, en ce qui concerne le premier étage, l'indépendance des pièces se dégageant sur un corridor central éclairé sur le côté de l'escalier, et pouvant être, au besoin, prolongé et éclairé par les deux extrémités, permet de créer autant de logements distincts que l'on voudra.

La cuisine et les lieux (à fosse mobile ventilée) sont dans le voisinage de l'escalier. La salle à manger du chef de gare est à la suite de la cuisine. Le salon ou chambre à coucher du chef de gare est la plus grande pièce et occupe un angle. On peut facilement transformer en cuisine la pièce qui est voisine de l'escalier, du côté opposé du chef de gare.

Si le corps central avait cinq fenêtres (pour station hors classe), le même plan servirait en prolongeant seulement le corridor.

En ce qui concerne les prix, on comprendra la réserve qui nous empêche de les publier ici en chiffres précis.

D'ailleurs, suivant les pays et les localités, et suivant la liberté laissée à l'entreprise, on peut exécuter les mêmes constructions à des prix très-variables.

Ce n'est pas que nous voulions dire par là qu'il y aura plus ou moins de latitude à employer des matériaux de premier ou de deuxième choix, mais seulement que, pour ce qui concerne les détails de construction, les équarrissages des pièces, la nature des moulures, le mode de division des portes et fenêtres, etc., l'entreprise soit libre d'adopter les formes et les dispositions qui lui occasionneront la moindre dépense et lui présenteront la plus grande rapidité dans l'exécution.

C'est grâce à la disposition donnée aux bâtiments d'Ancône à Bologne, qu'il a été possible de terminer en six mois les dix-huit stations correspondantes à l'ensemble de la ligne.

Ces constructions ont été exécutées, ainsi que tous les autres bâtiments des *dix-huit stations de la ligne,* par MM. C. A. Oppermann et Ce.

Le prix moyen par mètre superficiel des bâtiments de voyageurs a été de 100 fr. pour les rez-de-chaussée et 150 fr. pour les parties à premier étage.

Quant aux halles, remises et dépôts, voici les métrés sommaires pour chacune de ces constructions.

Halle à marchandises en maçonnerie.

Béton	77^{mc}	159
Maçonnerie mixte	193	309
Id. de briques	64	638
Id. en élévation	111	905
Id. de 0^{m},15	41	316
Id. de 0^{m},07	8	125
Plafonds	6	65
Charpente { chêne, 0^{mc},847 ; sapin, 22 1441 }	22	991
Couverture	394^{ms}	23
Lambrequins	90^{ml}	50

Echantignoles	$40^{ml},00$
Menuiserie de portes roulantes et pivotantes	$44^{ms},40$
Id. de portes extérieures et intérieures	7 50
Id. de fenêtres	5 12

Remise de Voitures à trois voies.

Béton	$67^{mc},590$
Maçonnerie mixte	124 703
Id. en élévation	48 862
Id. de $0^{m},15$	208 12
Charpente { chêne, $0^{mc},181$; sapin, $17^{mc},353$ }	17 534
Couverture	$477^{ms},84$
Lambrequins	$90^{ml},60$
Echantignoles	56 00
Menuiserie, portes	86 40

Dépôt pour quatre Locomotives.

Béton	$119^{ms},967$
Maçonnerie mixte	246 524
Id. de briques	9 956
Id. en élévation	226 691
Id. de $0^{m},15$	205 57
Id. de $0^{m},07$	169 47
Charpente sapin	$18^{mc},935$
Couverture	657 50
Plafonds	190 45
Planchers	173 38
Lambrequins	$133^{ml},80$
Echantignoles	40 00
Enduits	178 75
Menuiserie { portes, $120^{ms},50$; fenêtres, 64 80 }	$185^{ms},30$

33 marches d'escalier pour le logement du chef de dépôt.

Les prix de revient totaux ont été les suivants :

La halle est revenue à environ 19,033 francs; la remise des voitures à 21,568 francs, et le dépôt pour quatre machines à 27,393 francs, soit 85 francs par mètre superficiel pour la remise proprement dite, et 180 francs pour le logement du chef de dépôt.

Types des Bâtiments de voyageurs des chemins de fer Portugais.

Pl. 36.

Les types des bâtiments de voyageurs des *chemins de fer portugais* peuvent être considérés comme une limite économique, en tant que surface. Ils sont tout à fait appropriés, à ce point de vue, à des lignes dont le trafic doit partir d'un minimum, pour s'élever graduellement, avec le développement du commerce et de l'industrie dans le pays, à un taux avantageux.

L'élasticité des plans, susceptibles de s'étendre indéfiniment dans les deux sens, par une simple addition de travées, a été, comme pour les stations d'Ancône à Bologne, le point de départ de la composition des types. Ils peuvent se substituer l'un à l'autre avec la plus grande facilité, et passer ainsi de la troisième classe (en plan) à la deuxième, et de la deuxième à la première.

Les principes généraux qui ont présidé à leur distribution sont d'ailleurs aussi les

mêmes que dans les types d'Ancône à Bologne, car ces règles peuvent être prises pour base de toutes les constructions du même genre.

1° Séparation du service des voyageurs et des marchandises, salles d'attente, buffets, lieux d'aisances, bureaux du télégraphe à droite ; — salle des bagages, bureaux des bagages et bureaux du service de la voie, à gauche.

2° Réduire à un minimum le trajet parcouru par les voyageurs, depuis le moment où ils entrent dans la gare jusqu'au moment où ils en sortent.

3° Disposer les salles d'attente de manière à concorder avec la disposition ordinaire des trains (1re classe, 2e classe en tête du convoi, rive gauche, et 3e classe en queue).

4° Eviter la confusion entre les voyageurs qui arrivent et ceux qui partent, en ne faisant pas dégager la sortie de la gare sur le vestibule même.

5° La condition précédente est également utile pour le service des bagages. Dans les bâtiments de première et deuxième classe, les bagages sortent par une porte et entrent par une autre.

6° Le bureau du chef de gare est au centre du bâtiment, et se trouve ainsi en contact immédiat avec tous les services qu'il doit diriger (bureau des billets, salle des bagages, bureau de la poste et du télégraphe, etc.), et voisin de l'escalier qui conduit à son logement.

7° Les buffets sont à l'extrémité de la gare, contre les salles d'attente, et les lieux d'aisances du même côté, en dehors.

8° Enfin, il y a corrélation générale entre la position relative des locaux de la gare et l'ordre des véhicules dans le convoi : lampisterie en face de la machine, bagages en face le wagon à bagages, chef de gare et poste devant le wagon-poste, premières et deuxièmes classes en tête du convoi, et troisièmes classes à la fin.

9° Au premier étage, il y a indépendance des pièces, qui se dégagent toutes dans un corridor central, éclairé par l'extrémité, de manière à former autant de logements distincts que l'on voudra. La cuisine et les lieux d'aisances à fosse mobile sont près de l'escalier.

Dans le type de première classe, la surface est plus réduite d'un quart que dans le type de première classe d'Ancône à Bologne. La forme et les dimensions des baies, et la disposition intérieure du corps de bâtiment central, sont modifiées en conséquence (*fig.* 2).

La deuxième classe se compose d'un bâtiment central à deux étages, dont la distribution intérieure est indiquée *fig.* 4.

Le bâtiment de la troisième classe est partout à un étage, 11 à 22m,80 de longueur hors d'œuvre, sur 8m,50 de largeur. Nous nous sommes surtout proposé dans ce type, qui est le plus fréquemment appliqué en Portugal, de pouvoir loger tous les employés de la gare dans le bâtiment même. La difficulté de trouver des logements convenables à proximité, dans les villes ou villages desservis, a fait de cette condition une nécessité absolue.

Le type de quatrième classe est à deux étages comme celui de deuxième; sa disposition est indiquée en détail par les *fig.* 4, 3 et 5 qui représentent les plans du rez-de-chaussée, du premier et du deuxième étage. Le point de vue du logement des employés a été également à considérer.

Stations. Halles à marchandises et Réservoirs de la ligne de Lagny aux Carrières de Neufmoutiers.

Pl. 37.

Ces divers bâtiments sont construits avec toute la simplicité qui convient à une petite ligne. Les stations sont établies sur un type uniforme, et ne diffèrent entre elles que par leurs dimensions, suivant l'importance des localités qu'elles desservent. Elles comprennent un rez-de-chaussée et un grenier. Le rez-de-chaussée est divisé en salle d'attente pour les voyageurs, salle pour les bagages et bureau pour le chef de station. Dans un coin de cette dernière pièce est disposé l'appareil télégraphique. Le grenier sert de débarras et d'abri

pour la nuit à un ou plusieurs hommes d'équipe. On y monte à l'aide d'une échelle donnant accès par l'une des fenêtres de pignon. Les halles à marchandises sont de petits bâtiments rectangulaires à salle unique, avec porte roulante sur galets. Les châteaux-d'eau sont également de petites constructions à compartiment unique, dans le bas duquel est installé une pompe centrifuge à main, aspirant dans un puits voisin, et refoulant dans un réservoir en tôle placé sous le comble. La construction de ces bâtiments présente ici une particularité, c'est que partout les cloisons et galandages ordinairement en briques ont été remplacés par des galandages en plaquettes meulières qui, à une économie de 50 0/0, joignent une solidité et une salubrité exceptionnelles. Ces plaquettes se trouvent par couches de 5 à 8 centimètres d'épaisseur dans les carrières de Neufmoutiers, et en quantités assez considérables pour en permettre l'exploitation sur une vaste échelle. Comme elles offrent une surface beaucoup plus grande que celle de la brique, le galandage se montant avec une rapidité proportionnelle à la surface des matériaux employés, elles présentent donc un réel avantage dans leur emploi. De plus, l'enduit qu'on y applique fait corps avec la meulière, qui est grenue et essentiellement poreuse, et ne s'en détache jamais, comme on ne le voit que trop souvent dans les cloisons en briques, dont les points réguliers et la surface lisse et trop plane ne permettent pas au plâtre de s'agréger complétement, et le laissent tomber par grandes plaques.

Les poteaux d'angle et autres, ainsi que les chambranles des portes et fenêtres, ont un léger embrèvement dans lequel s'engagent les plaquettes.

Le prix du mètre cube de plaquettes meulières varie entre 20 et 25 fr., rendu à Paris, suivant les dimensions; son poids est d'environ 950 kilogrammes, et sa résistance moyenne de 67 kilogrammes par centimètre carré.

Prix de la station de Lagny	3,500 fr.	»
— — Serris	2,700	»
— halle à marchandises	2,200	»
— du château-d'eau	900	»

Types d'abris et Lieux d'aisances d'Ancône à Bologne.

Pl. 38. — Fig. 1 à 6.

La planche 38 représente les types d'abris et de lieux d'aisances de la ligne d'Ancône à Bologne, pour 4e classe (abri sans lieux, fig. 1), — 3e et 2e classes (abris avec lieux, fig. 2), — et des lieux isolés pour 1re et 2e classe, urinoirs d'un côté et cabinets de l'autre.

Réservoir d'eau de Leuze et petit Réservoir en tôle.

Pl. 38. — Fig. 7 à 12.

Pour les chemins de fer économiques, les réservoirs d'eau n'ont jamais l'importance qu'ils ont sur les grandes lignes : — les locomotives sont plus petites; — les chaudières contiennent un moindre volume et la consommation totale est en proportion. Nous nous bornerons donc à donner ici deux types réduits, l'un à enveloppe en bois pour l'hiver (pays froids); l'autre, tout à fait simple, que nous avons construit comme minimum de volume et de prix. Le réservoir, avec son bâti en charpente, a coûté 1,700 fr.; — le manége à un cheval, avec la pompe élévatoire, 1,800 fr.; — le puits, 350 fr. — Total de l'installation : 3,850 fr.

Halles à marchandises d'Ancône, Bologne, etc.

Pl. 39.

Les types de halles à marchandises les plus économiques que nous ayons trouvés, sont aussi ceux d'Ancône à Bologne et de la ligne du Bourbonnais (Moret. — Seine-et-Marne.) Leurs prix, par mètre superficiel, varient de 40 à 50 fr. suivant les localités. Il est bon de les disposer avec portes fermant à clef ou à cadenas, de façon que les wagons

chargés et remisés à couvert soient à l'abri d'un coup de main pendant la nuit. Ceci est surtout indispensable dans certains pays où la force publique est impuissante à empêcher les tentatives de ce genre, et où la meilleure précaution est d'enfermer les objets avec un garde de nuit armé d'un révolver pour les défendre.

Dépôts de Locomotives et Ateliers de réparation.

Pl. 40.

Les dépôts de locomotives rectangulaires les plus ordinaires sont conformes au type représenté par les fig. 1 à 5. Ils comportent un agrandissement d'au moins quantité égale pour renfermer trois ou quatre machines de plus.

On y ajoute aussi, latéralement, un petit atelier de réparation et au besoin un logement de chef d'atelier.

Demi-lunes. — Lorsque l'on tient à concentrer facilement la manœuvre d'un plus grand nombre de machines, on adopte le type fig. 6, 7, 8, dit en *éventail* ou en *demi-lune*, ou *annulaire*. Un atelier de réparation y est annexé.

Rotondes. — Les *rotondes* complètes, comme celles d'Épernay et de la gare de Lyon à Paris, ne sont guère appliquées qu'aux grandes lignes.

Il y a avantage cependant, au point de vue de la garantie des plaques centrales, de couvrir tout le bâtiment. En hiver on a moins à craindre la gelée et la neige qui peuvent rendre difficile la manœuvre des plaques tournantes. Les chariots parallèles, à ce point de vue, sont plus commodes aussi.

Type d'Atelier de réparation.

Pl. 40.

Enfin, les figures 9 à 13 représentent un petit atelier de réparation, suffisant pour une ligne d'intérêt local; on peut y annexer aussi un dépôt de charbon et un logement de contre-maître. Tel qu'il est disposé, il suppose un moteur à vapeur fixe; on peut aussi se contenter au besoin, comme moteur, d'une simple locomobile ou d'une locomotive hors de service, réparée et disposée *ad hoc* sur un bâti fixe ou un socle de fondation en briques.

Type de Maison de garde simple des chemins de fer du Portugal.

Pl. 41.

Depuis que l'on construit des maisons de gardes de chemin de fer, il s'est produit un nombre, en quelque sorte indéfini, de types variés, et le constructeur doit choisir les dispositions les plus simples et les plus commodes pour un bon service.

C'est ce qui nous a engagé à publier les deux types représentés par la pl. 41; l'un est celui des maisons de gardes simples que nous avons reconstruites en Portugal pour les lignes de Lisbonne à Badajoz et de Lisbonne à Porto; le second type est celui des maisons doubles des chemins de fer d'Algérie.

Le bâtiment des maisons du Portugal a $8^m,900$ dans la plus grande dimension, $4^m,840$ dans la plus petite, et 7 mètres de hauteur; il est orienté de manière que son petit axe soit perpendiculaire à celui de la voie et comprend un sous-sol, un rez-de-chaussée et un premier étage.

Le sous-sol se compose d'une cave; le rez-de-chaussée de deux pièces : cuisine et chambre à coucher; le premier de deux pièces dont l'une forme grenier. La cuisine et la chambre à coucher ont $2^m,75$ de hauteur d'étage; le grenier $2^m,95$ et la chambre contiguë $2^m,45$.

La construction est faite en moellons bruts, hourdés avec ciment de chaux hydraulique, chaînes en briques et crépi en mortier de chaux ordinaire.

Les maisons de gardes du type que nous venons de décrire ont été exécutées, au nombre de quatre-vingts environ, sur les lignes du Nord et de l'Est portugais, au prix total, à for-

fait, de 4,500 francs pour la ligne du Nord et 5,000 francs pour la ligne de l'Est (de Lisbonne à la frontière espagnole).

Ces prix ont été très-justes; mais cependant, dans certaines localités, ils ont été supérieurs au prix de revient. En France on peut présumer que les mêmes prix pourraient être maintenus, car l'élévation plus grande des prix de matériaux et de main-d'œuvre seraient compensés par la facilité relative des transports et de la surveillance.

Type de Maison de garde double des chemins de fer d'Algérie.

Pl. 41.

Ces maisons de gardes se composent d'un bâtiment parallèle à la voie, de 12 mètres de long sur 5 mètres de large, avec avant-corps de $4^m,50$ de saillie du côté de la voie, et de 5 mètres de large. Outre ce bâtiment, qui a un étage et un rez-de-chaussée sur caves et comprend six pièces, il y a un appentis renfermant un four et deux petits cabinets.

Le socle de ces constructions est en moellons piqués ou smillés. Les angles sont en moellons piqués ou en briques, suivant les localités; il en est de même des baies de portes et fenêtres. Les marches et les appuis de fenêtres sont seuls en pierre de taille.

La couverture est en tuiles mécaniques de Marseille, et là où, faute de sources, on a dû creuser une citerne, il a été placé des gouttières avec descentes d'eau pour l'alimenter.

Des tirants en fer relient les maçonneries à la hauteur du plancher de l'étage et de celui du grenier; cette mesure est indispensable à cause de la fréquence des tremblements de terre.

Dans quelques maisons, les terre-pleins sous l'avant-corps ont été déblayés pour en faire deux petits caveaux mis en communication avec les caves.

Prix de revient. — Le prix total d'une maison pour deux gardes, en y comprenant les terrassements et une citerne ou un puits, est de 16,000 francs.

Ce prix se décompose de la manière suivante :

Terrassements	1.800 fr.	»
Maçonnerie	8.500	»
Charpente	1.500	»
Couverture	800	»
Menuiserie	900	»
Serrurerie	400	»
Zinc	300	»
Vitrerie et peinture	300	»
Citerne	1.500	»
Total	16.000 fr.	»

Les prix élémentaires appliqués pour ces constructions sont les suivants :

Terrassements, le mètre cube	1 fr.	40
Maçonnerie de moellons bruts	26	»
— — piqués	59	»
— de briques	45	»
— de pierre de taille dure	110	»
Enduits à la tyrolienne, le mètre carré	2	20
Carrelage	3	75
Planchers	5	50
Charpente en sapin, le mètre cube	130	»
Couverture en tuile, le mètre carré	5	»

La chaux du Theil est la seule employée pour la construction de ces maisons.

Maisons de gardes du chemin de fer de Saint-Étienne à Firminy (Loire).

Le type adopté pour les maisons de garde du chemin de fer de Saint-Etienne à Firminy est le même que celui appliqué déjà à plusieurs lignes françaises, notamment au réseau central de la Compagnie d'Orléans et au réseau des chemins de fer de l'Ouest.

Il est simple et bien approprié à son objet.

C'est un degré supérieur aux maisons de gardes à rez-de-chaussée qui ont été considérées comme suffisantes pour les passages d'une moindre importance.

Le bâtiment a 8m,30 dans sa plus grande dimension, 5 mètres dans la plus petite et 6m,50 de hauteur; il est orienté de manière que son axe soit perpendiculaire à celui de la voie et comprend un sous-sol, un rez-de-chaussée et un premier étage.

Le sous-sol se compose de la cave; le rez-de-chaussée de deux pièces, cuisine et chambre à coucher; le premier de deux autres pièces, dont une forme le grenier. La cuisine et la chambre à coucher ont 2m,75 de hauteur d'étage, le grenier 2m,95 et la chambre contiguë 2m,45.

La construction est faite en moellons bruts hourdés avec ciment de chaux hydraulique, chaînes en briques et crépis en mortier de chaux ordinaire. On peut d'ailleurs se rendre compte du prix de la construction par le devis approximatif suivant :

1° *Terrassements.* — Déblai pour les fouilles, jets à la pelle, transports et régalage..................................	75 fr.
2° *Maçonnerie.* — Maçonneries de béton et de fondation, moellons ordinaires, briques, pierre de taille, taillage, rejointoiement, rocaillage, crépis à grain d'orge, plafonds, enduits, scellements et carrelage..........................	2,500
3° *Charpente.* — Bois de chêne et de sapin, escalier.........	350
4° *Menuiserie.* — Fenêtres, portes intérieures et extérieures.	300
5° *Serrurerie.* — Ardoises et zinc pour faîtage.............	300
6° *Fumisterie.* — Cheminées...........................	60
7° *Peinture et vitrerie.* — Vitres, peinture à l'huile et à la colle..	160
Total...............	3,745 fr.

Soit 4,000 fr.

La surface est de 45 mètres carrés, ce qui fait ressortir le prix du mètre carré à 88 fr. 90 cent. C'est environ le prix qu'ont coûté les stations du même genre établies sur les chemins de fer du Centre et de l'Ouest.

PRIX APPROXIMATIF

DES STATIONS DE LA COMPAGN

NATURE DES CONSTRUCTIONS.	1ers GARES de TÊTE DE LIGNE. Paris et La Chapelle.		2e GARES D'EMBRANCHEMENT principal. Amiens et Lille.		3e GARES de TÊTE DE LIGNE. Dunkerque et Calais.	
	Surface.	Prix par mètre superficiel.	Surface.	Prix par mètre superficiel	Surface.	Prix par mèt superfici
	m.	fr. c.	m.	fr. c.	m.	fr. c
1. Bâtiments principaux { des voyageurs.... / des employés..... }	5.900	300.00	5.450	200.00	1.300	200.0
2. Halles couvertes...........................	6.000	66.66	4.200	71.43	1.400	57.1
Marquises..............................	»	»	»	»	»	»
3. Halles à marchandises..................	12.600	55.55	6.240	56.10	1.360	58.8
4. Latrines................................	»	»	»	»	»	»
5. Dépôts { compris ateliers et magasins.....	14.278	126.10	4.268	128.85	682	95.3
5. Dépôts { sans ateliers..................	»	»	»	»	»	»
6. Remises de wagons { avec ateliers de réparations.........	10.000	50.00	3.321	82.80	»	»
6. Remises de wagons { sans ateliers........	»	»	»	»	»	45.0
Réservoirs...........................	160	200.00	160	200.00	160	200.0
Quais de voitures. { A 2 quais..........	2.000	8.00	2.130	8.00	»	»
Quais de voitures. { A 1 quai........ ...	»	»	»	»	1.000	a
Quais de voyageurs.................	2.200	8.00	2.500	8.00	1.000	a

1. Paris, Amiens, Calais, Creil, Arras, Douai, Compiègne, Chauny, Franconville, Saint-Just, Bove Armentières.

2. Lille, Calais, Douai, Saint-Quentin.

3. La Chapelle, Lille, Dunkerque.

4. Compiègne.

5. La Chapelle, Amiens, Dunkerque, Noyon.

6. La Chapelle, Amiens, Dunkerque, Hazebrouck.

ÉTABLISSEMENT PAR MÈTRE CARRÉ

CHEMINS DE FER **DU NORD.**

4e STATIONS N° 1.		5e STATIONS N° 2.		6e STATIONS N° 3.		7e STATIONS N° 4.	
Creil, Arras, Douai.		Pontoise, Compiègne, Noyon, Chauny, Clermont, Breteuil, Albert, Saint-Omer.		Franconville, Beaumont, Pont-Sainte-Maxence, St-Just, Achiet, Armentières, Bergues, Andrieux, etc.		Thourotte, Apilly, Ourscamp, Boileux, Raulx, Vitry, Laforet, Parenchier, etc.	
urface.	Prix par mètre superficiel.	Surface.	Prix par mètre superficiel.	Surface.	Prix par mètre superficiel.	Surface.	Prix par mètre superficiel.
m.	fr. c.	m.	fr. c.	m.	fr. c.	m.	fr. c.
680	150.00	145	172.00	102	100.00	84	100.00
	220.00	100	250.00	168	100.00	»	»
.000	55.00	»	»	»	»	»	»
»	»	210	47.60	105	47.60	»	»
880	56.80	520	57.70	320	62.50	»	»
40	250.00	36	139.00	30	83.00	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»
375	93.33	187	96.25	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»
375	53.33	187	53.45	»	»	»	»
130	200.00	130	200.00	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»
.000	*a*	1.000	*a*	»	»	»	»
.000	*a*	1.000	*a*	1.150	*a*	1.110	*a*

a NOTA. — Le prix moyen des quais pavés ou dallés a été de 8 francs par mètre. Il est de 9 à 10 aujourd'hui. La même observation peut s'appliquer à la plupart des prix indiqués dans les relevés des Compagnies.

Prix du mètre carré des bâtiments de plusieurs chemins de fer.

CHEMIN DE FER DU **Nord**.

Bâtiments à un étage	250 f. 00
Bâtiments à rez-de-chaussée	150 00
Halles de marchandises	55 00
Quais découverts	8 00
Remises de voitures	50 00
Par voiture	1,550 00
Dépôts de locomotives, par machine	12,000 00

GARE DE CLERMONT-FERRAND **(Réseau d'Orléans)**.

Bâtiments à un étage	213 00
Bâtiments à rez-de-chaussée	113 00
Bâtiments des voyageurs, en moyenne	126 00
Halle couverte	57 35
Trottoirs	8 76
Halles aux marchandises	61 58
Quais découverts	9 30
Remises de voitures	46 65
Par voiture	1,370 00
Dépôt des locomotives	66 13
Par machine	12,476 00

GARE DE SAINT-GERMAIN-DES-FOSSÉS.

Halles aux marchandises	65 00
Remises de voitures	73 00
Par voiture	2,191 00
Dépôt des locomotives, par machine	14,000 00

GARE DE GUÉTIN.

Remise des voitures, par voiture	1,437 00
Dépôt des locomotives, par machine	12,000 00

STATIONS **d'Alsace** (3e classe).

Brumath, Vendenheim, Hochfelden, etc.

Les bâtiments, en moyenne	149 00

Tout en maçonnerie et belle pierre de taille.

GARE DE LIMOGES.

Estimation.

Halle couverte	50 00
Trottoirs des voyageurs	15 00
Halles aux marchandises	61 00
Quais découverts des marchandises	8 00
Remises des voitures	50 00
Dépôt des locomotives, par machine	10,000 00

Note sur les prix de revient de divers bâtiments, halles de voyageurs, halles de marchandises de la Compagnie de l'EST.

INDICATION DES BATIMENTS, ETC.	DIMENSIONS.		SURFACES		PRIX de revient		OBSERVATIONS.
	longueur	largeur	partielles	totales	partiels	par mètre carré	
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	fr.	fr. c.	
Grande rotonde pour 14 locomotives de 45 m. de diam. hors œuvre, à Epernay...	»	»	»	1.675.00	105.000	62 75	Y compris les fosses, mais sans le pavage.
Id., à Nancy..............	»	»	»	1.675.00	90.000	55 30	
Id., à Epernay	»	»	»	1.675.00	115.000	68 75	Y compris les fosses et le pavage.
Id., à Nancy.............	»	»	»	1.675.00	100.000	61 56	
Id., à Epernay	»	»	»	1.675.00	148.000	88 35	Avec plaques tournantes et voies de fer.
Id., à Nancy.............	»	»	»	1.675.00	133.000	82 00	
Nota. Dans les nouvelles rotondes à construire, on substituera aux colonnes en fonte, à l'intérieur, des poteaux en bois, et des gouttières aux chéneaux, ce qui apportera une réduction de 17,000 fr. sur la dépense totale; on aura donc pour une rotonde de ce modèle, comprenant les plaques tournantes et les voies de fer................	......	.....	....	....	131.000	78 20	
Remise de locomotives, en fer à cheval, à la Villette.	»	»	»	1.891.00	75.000	40 70	Avec fosses et sans pavage.
Diamètre extérieur. 71 m.	»	»	»	1.891.00	87.000	46 00	Avec fosses et pavage.
Diamètre intérieur. 38 m.	»	»	»	»	137.000	90 00	Avec plaque et voies.
Remise rectangulaire de locomotives, à la Villette..	23 00	19 00	»	440.00	30.000	68 00	Avec fosses et sans pavage.
Idem..................	»	»	»	»	33.000	75 00	Avec fosses et pavage.
Idem..................	»	»	»	»	36.000	80 00	Avec fosses, pavage et voies de fer.
Idem..................	»	»	»	»	48.000	40 00	Sans fosses ni voies de fer.
Idem..................	»	»	»	»	68.000	57 00	Avec fosses, mais sans voie de fer.
Remise pour 16 machines, à Blesmes..............	»	»	»	»	80.000	67 00	Avec fosses et voies de fer dans l'intérieur.
Idem..................	»	»	»	»	160.000	134 00	Avec fosses et voies de fer à l'intérieur et à l'extérieur, et plaque.
Remise de wagons, à la Villette..................	»	»	»	»	»	35 00	Sans voies de fer.
Bâtiment des voyageurs de la gare de Paris........	»	»	»	4.375.00	1.631.700	372 96	
Halle couverte de Paris....	150 00	30 00	»	4 500.00	270.000	60 00	
Idem, de Strasbourg......	102 00	31 00	»	3.168.00	»	50 00	
Bâtiment des voyageurs près Paris. Type N° 1.	»	»	»	360 00	»	200 00	
— N° 2.	»	»	»	265.00	»	180 00	
— N° 3.	»	»	»	212.00	»	175 00	
— N° 4.	»	»	»	134.00	»	175 00	
Lunéville...............	»	»	»	»	65.000	180 00	
Sarrebourg..............	»	»	»	»	43.000	162 00	
Commercy...............	»	»	»	»	27.000	102 00	
Varangeville............	»	»	»	»	25.000	165 00	
Blainville..............	»	»	»	»	25.000	162 00	
Halle à marchandises. Type N° 1.	5 50	17 50	»	96.25	»	32 00	Sans quai ni pavage.
— N° 2.	5 50	15 50	»	85.25	»		
— N° 3.	5 00	12 50	»	62.50	»	45 00	Avec quai et pavage.
Quai pour voyageurs......	1 00	3 00	»	3.00	»	15 00 m. cour.	Le mètre courant avec le macadam en dépendant.
		»	»	(A)	»		
		4 00	»	4.00	»		
Quai pour marchandises ...	1 00	5 00	»	5.00	»	de 75 à 100 m. cour.	Le mètre courant avec le pavage en dépendant.
		6 00	»	(B) 6.50	»		
		8 00	»	8.00	»		

(A, B) Ces prix seraient approximativement les mêmes pour une largeur un peu plus ou un peu moins grande, l'établissement des murs d'appui, avec couronnement en pierre de taille, étant le même pour toutes les largeurs de quai et formant la base de cette dépense de construction.

INDICATION DES BATIMENTS, ETC.	DIMENSIONS.		SURFACES		PRIX de revient		OBSERVATIONS.
	longueur	largeur	partielles	totales	partiels	par mètre carré	
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt	fr.	fr. c.	
Pavillons de latrines. Type N° 1.	8 20	4 50	»	37.00	»	Prix moyen 250 fr.	
— N° 2.	6 00	4 50	»	27.00	»		
— N° 3.	3 00	3 00	»	9.00	»		
Maisons de gardes. Type de l'Etat.	8 00	5 70	»	45.60	4.000	87 70	Avec un second etage et cave.
Type N° 1...	6 80	3 70	25 16				Dispositions spéciales, sans cave.
	5 80	3 60	20 88	46.04	2.700	58 70	
— N° 2...	7 05	4 00	28 20				Dispositions spéciales, sans cave.
	2 85	8 30	23 65	51.85	3.200	61 70	
— N° 3...	8 70	5 45	47 41				Avec un cellier et un four sans cave.
	4 20	1 70	7 14	54.55	2.700	49 70	
Réservoirs rectangulaire.	8 70	4 70	»	41.00	10.250	250 00	Pour les maçonneries et la couverture, y compris cheminée.
circulaire....	8 60	»	»	60.00	12.000	200 00	Pour les maçonneries, sans couverture ni cheminée.
Bâtiments divers des ateliers de la Villette :							
Grande remise de voitures avec fenêtres en fonte...	»	»	»	6.500.00	246.465	38 00	Sans pavage ni voies.
Bâtiments pour ateliers....	100 00	14 00	»	1.400.00	91.000	65 00	
— pour forges.....	50 00	10 00	»	500.00	22.500	45 00	
— pour logement de chef de dépôt.	24 00	10 00	»	240.00	60.000	250 00	
— pour pavillon de concierge....	»	»	»	48.00	12.000	250 00	
Bâtiments divers des ateliers d'Epernay :							
Remise de voitures.......	»	»	»	»	»	33 90	
Bâtiments pour forges....	100 00	20 00	»	2.000.00	91.000	47 00	
— de chaudronnerie..........	70 00	20 00	»	1.400.00	63.000	45 00	
— pour atelier de montage.....	136 00	30 00	4080 00	6.680,00	»	43 00	Sans pavage ni voies.
	100 00	26 00	2600 00				
— pour tours et ajustage.....	130 00	24 00	»	3.120.00	140.000	45 00	Bâtiment primitif.
Deux pavillons avec magasin.................	40 00	24 00	960 00	1.920.00	183.000	95 00	Avec un second étage, mais sans les distributions.
	40 00	24 00	960 00				
Pavillon de concierge.....	9 00	9 00	»	81.00	»	100 00	
Hangar pour magasin à bois	40 00	24 00	»	960.00	31.600	33 00	
Buffets..... Type N° 1.	»	»	»	350.00	56 000	160 00	
— N° 2.	»	»	»	280 00	42.000	150 00	

PRIX DE DIVERSES CONSTRUCTIONS COMPLÈTES

des chemins français

GARES ET STATIONS.

Chemin de fer du **Nord.** — *Prix par mètre carré.*

(Gares de tête de ligne) Paris et la Chapelle. Surface 5,000...	300 f. 00
(Gares d'embranchements principaux) Amiens et Lille. Surface 5,450..	200 00
(Gares de tête de ligne) Dunkerque et Calais. Surface 1,300..	200 00
(Stations n° 1) Creil, Arras, Douai. Surface 680...... 150 à	200 00
(Stations n° 2) Pontoise, Compiègne, Chaumont. Surface 145.	172 00
(Stations n° 3) Franconville, Beaumont, Armentières. Surface 102..	100 00
(Stations n° 4) Tourette, Boileux, Vitry, etc. Surface 84.....	100 00

Clermont-Ferrand.

Gare à un étage		213 f. 00
Bâtiments à rez-de-chaussée		113 00
Bâtiments des voyageurs		126 00

HALLES COUVERTES.

		Le mètre carré.
Halles couvertes du Nord	66 f. 66 à	55 00
Halles à marchandises du Nord	62 05 à	55 55
Halles couvertes de Clermont-Ferrand		57 35
Halles à marchandises de Clermont-Ferrand		61 58
Halles à marchandises de Saint-Germain-des-Fossés		65 00
Halle couverte de Limoges		50 00
Halle à marchandises de Limoges		61 00

REMISES ET DÉPOTS.

Remises à wagons du Nord	82 f. 80 à	50 00
Dépôts du Nord, compris ateliers et magasins	128 25 à	95 30
Remise des voitures de Saint-Germain-des-Fossés		73 00
Remise des voitures de Limoges		50 00
Remises des voitures de Clermont-Ferrand		56 65
Dépôt de locomotives de Saint-Germain-des-Fossés. Par machine		14,000 00
Dépôt de locomotives de Limoges. Par machine		10,000 00
Dépôt de locomotives de Clermont-Ferrand. Par machine		12,476 00

QUAIS ET TROTTOIRS DE GARE.

Quais aux voitures du Nord, le m. c.	8 00
Quais de Clermont-Ferrand, *id.*	9 30
Quais de Limoges, *id.*	8 00
Trottoirs de Limoges, *id.*	15 00
Trottoirs de Clermont-Ferrand, *id.*	8 70

Pour se rendre un compte exact des prix donnés dans les tableaux qui précèdent, il est nécessaire de connaître les éléments de la série sur laquelle les travaux ont été exécutés.

Pour la rotonde d'Épernay, construite à peu près entièrement en meulière et pierre de taille, on a payé la maçonnerie de meulière, de 20 à 21 francs le mètre cube; la charpente en chêne, 112 fr. 50 cent.; celle en sapin, 90 francs; les légers ouvrages de maçonnerie, 3 fr. 20 cent. le mètre superficiel; les colonnes en fonte, 50 francs le quintal métrique. La remise en fer à cheval de la Villette a été exécutée, en 1848, à des prix fort inférieurs. Elle n'a coûté réellement que 58,000 francs; mais le prix de 75,000 francs que nous avons indiqué est celui que nous avons trouvé, en appliquant une série de prix semblable à celle d'Épernay; le prix de cette remise est donc comparable à celui de la rotonde.

La remise rectangulaire de locomotives, à Blesme, a été construite à des prix de 6 à 7 pour 100 inférieurs à ceux de la série d'Épernay.

Les bâtiments de la gare de Paris ont été exécutés sur des séries de prix différant peu de la série de prix indiquée pour les travaux de la remise en fer à cheval de la gare de Strasbourg.

Pour établir les devis des maisons des gardes, construites en grande partie dans des pays où les matériaux s'obtiennent à bon marché, on a employé une série dont les prix sont sensiblement plus faibles que ceux de la série d'Épernay. Ainsi, dans cette série, le mètre cube de mur en moellons est estimé 13 fr. 80 cent.; le mètre cube de pierre de taille de roche, 55 fr. 20 cent.; le mètre cube de charpente en chêne sans assemblage,

73 fr. 60 cent.; de charpente en sapin assemblé, 55 fr. 20 cent.; le mètre superficiel de couverture en tuiles, 2 fr. 75 cent.; le mètre superficiel de croisées en chêne, 8 fr. 50 cent.

Les ateliers de la Villette ont été construits aux prix de la série Morel (V. de Paris), pour la maçonnerie, diminués de 10 pour 100, et aux prix de la série d'Épernay pour la charpente.

Les prix de la série Morel ne diffèrent pas beaucoup des prix de la série d'Épernay; la couverture en zinc, établie dans un moment où le zinc avait considérablement augmenté de prix, a coûté 7 fr. 50 cent. le mètre superficiel.

Tous les bâtiments d'Épernay ont été exécutés aux prix de la série ci-dessus mentionnée.

Les matériaux se trouvant en grande abondance aux environs de Bar-le-Duc, la maçonnerie du buffet établi près de la station de cette ville a été exécutée à des prix très-faibles. C'est pourquoi on l'a construit presque entièrement en pierre de taille. A Château-Thierry, où les prix sont à peu près les mêmes qu'à Épernay, un buffet semblable à celui de Bar-le-Duc, établi en moellons, briques et pierres, coûterait 171 francs le mètre superficiel au lieu de 157 francs.

Les bâtiments des stations ont généralement, 1° un bâtiment central composé d'un rez-de-chaussée élevé en partie sur cave, et d'un premier étage sous comble, formant grenier au milieu; 2° deux ailes élevées sur terre-plein, n'ayant qu'un rez-de-chaussée sous comble perdu. On compte que le bâtiment central coûte de 240 à 260 francs le mètre superficiel, et les ailes de 130 à 175 francs; les prix des principaux ouvrages étant comptés comme suit :

Le mètre de briques pour massifs et murs, 45 francs; le mètre cube de moellons hourdé avec mortier de chaux et de sable pour murs, 14 francs; le mètre cube de pierre de taille tendre, 60 francs, et de pierre dure, 90 francs; le mètre cube de bois de chêne assemblé brut, pour planchers et pans de bois, 85 francs; de bois de sapin, 75 francs; le mètre superficiel de couverture en ardoise ou en tuile, de 3 fr. 75 à 4 francs; de couverture en zinc n° 14, 6 fr.; les gros fers pour chaînes, tirants, harpons, etc., les 100 kilog., 55 francs. La peinture à l'huile, une couche, le mètre superficiel, 30 centimes; huile, deux couches, 55 centimes; huile, trois couches, 75 centimes.

CHAPITRE VI

CLOTURES, HAIES ET FOSSÉS

En Amérique, en Australie, aux Indes, et dans un certain nombre de pays à chemin de fer économiques, il n'existe, sur la plupart des lignes, ni clôtures ni barrières

On n'y trouve même pas de garde-corps aux ponts, et les quais des gares sont librement accessibles, comme dans les stations d'omnibus ou de voies ferrées, tramways, etc. Le contrôle se fait en route.

Nous avouons être très-partisan de ce système, qui évite d'abord une dépense considérable aux compagnies, et qui, lorsqu'une fois il est entré dans les habitudes du public, ne présente pas du tout autant d'inconvénients que l'on pourrait le supposer.

En effet, malgré l'absence de ces dispositions préventives, il n'arrive pas ou très-peu d'accidents, parce que le public et les voituriers, ou gardes des troupeaux, étant dûment prévenus qu'ils doivent se garer eux-mêmes, le résultat en est qu'ils prennent plus de précautions, et ne vont pas s'aventurer aveuglément sur les voies, comme le feraient certaines populations composées de curieux ou d'enfants, qui ont toujours besoin d'être guidés, prévenus, avertis, réprimandés et tenus en tutelle, pour ne pas aller se placer sous les roues de la machine.

En second lieu, la statistique est là pour établir que la valeur d'un ou deux bœufs, moutons ou chevaux renversés et écrasés par les convois — car les trains ne déraillent jamais quand ils n'ont à briser qu'un obstacle vivant — est dix ou cent fois moindre, par an, que l'intérêt, même à un taux élevé, du capital représenté par le prix et l'entretien des clôtures.

Enfin, les inconvénients provenant du fait de quelques voyageurs montant sans billets sont encore peu de chose en chiffres.

Quoi qu'il en soit, puisque les cahiers des charges et la législation encore en vigueur ne permettent pas de considérer un chemin de fer comme une simple route nationale, et puisque l'on n'a pas assez confiance dans la probité dominante de la masse du public pour se dispenser de le parquer et de le surveiller d'une manière aussi désagréable, nous allons dire quelques mots des clôtures, et traiter aussi la question des barrières, dont nous donnerons les principaux types d'après l'excellent ouvrage de M. Goschler : « Traité « pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer, » chez Baudry, éditeur, 15, rue des Saints-Pères, Paris, 1865. Nous y ajouterons les modèles de clôtures les plus usités, et les barrières roulantes et pivotantes en fer que l'on exécute de préférence aujourd'hui.

§ I. — CLOTURES SÈCHES

En bois, fils de fer, etc.

A. La plus simple de toutes les clôtures sèches est celle en bois blanc, peuplier, sapin ou pin des Landes, dite *à deux lisses*, et appliquée notamment aux chemins de fer du Midi.

Elle se compose d'une série de piquets, en bois grossièrement écorcé, longs de $1^m,80$ avec un enfoncement de $0^m,50$ à $0^m,60$, sur lesquels sont clouées deux lattes ou lisses, de champ, sur le côté intérieur de la voie.

Les poteaux, ou piquets, ont $1^m,75$ à $2^m,00$ d'écartement, suivant que leur diamètre ou équarrissage est de 8 à 9 centimètres (on les débite souvent à la scie mécanique).

Les lisses ont 3 à 4 centimètres d'épaisseur (34 mill.) sur $0^m,08$ à $0^m,10$ de hauteur.

Le prix du mètre courant est le suivant :

N° 1. Deux lisses,	avec piquets à $2^m,00$ d'axe	0,48
N° 2. Deux lisses,	piquets à $1^m,75$	0,53
N° 3. Trois lisses,	— à $2^m,00$	0,53
N° 4. Trois lisses,	— à $1^m,50$	0,60

En faisant une main-d'œuvre de sciage mécanique, du coaltar aux pointes des piquets, etc., on arrive à 0,75 ou 0,90.

B. Les *clôtures en fil de fer*, ou autres analogues, consistent à remplacer les lisses par des fils de fer galvanisés fixés par des clous dont le fil fait le tour par une petite boucle.

On comprend que ce système est aussi très-économique : il ne dépasse guère 1 fr. à 1 fr. 25 par mètre.

C. Les *clôtures en Échalas cloués* sur des lisses sont surtout en usage à la traversée des parcs, forêts, ou propriétés de l'État, où l'on veut empêcher le gibier de s'échapper par les extrémités de la voie en campagne. Là seulement nous comprenons l'utilité des clôtures. C'est alors une sorte d'enceinte privée, et le propriétaire intéressé, ou le domaine, devraient en faire les frais, et surtout les entretenir.

Leur prix est, par mètre, de 1 fr. 50 à 2 fr., suivant le degré de soin de leur fabrication. Inutile d'expliquer que les échalas dont nous parlons ici sont des bois légers, refendus à la hache ou à la machine, ou au couteau de sabotier, dans des piquets de $1^m,00$ à $1^m,20$ de longueur, et qu'on les fait aussi légers que l'espèce du bois le comporte.

D. Depuis quelques années on applique très-fréquemment, aussi bien dans les chemins de fer que dans les propriétés privées, un système ingénieux de clôtures en échalas.

assemblés avec trois *chaînes en fil de fer* double, qui se confectionne à la mécanique par une sorte de tissage, et qui porte le nom de M. Levesque, son inventeur.

Tout le monde a pu les voir, soit dans les annexes des lignes de Lyon, Orléans, Est, etc., soit dans les lotissements de terrains à vendre que l'on fait dans les environs des grandes villes.

Leur prix varie depuis 0f,75 jusqu'à 1 fr. 50 et 2 fr. le mètre, suivant l'espacement et le calibre des échalas, qui forment la *trame* verticale du système.

E. Nous ne parlerons que pour mémoire des clôtures de luxe qui entourent les gares et stations du réseau français, et qui sont composées de lattes régulières, peintes à trois couches, arrondies ou pointées à leur extrémité supérieure, et clouées sur des lisses horizontales assemblées à tenon et mortaise sur des poteaux de 0,08 à 0,12 et même 0,16 de côté.

Ces clôtures-là coûtent de 3 fr. 50 à 5 fr. et même 6 fr. le mètre, tout compris. Nous les trouvons absolument inutiles, et admissibles seulement dans les stations de luxe, aux environs des villes, ou sur les lignes conduisant aux villes de bains ou d'agrément.

§ 2. — CLOTURES EN HAIES VIVES

Buissons, Arbustes, Plantations, etc.

Un certain nombre de Cahiers des charges prescrivent de remplacer graduellement les clôtures sèches, considérées comme provisoires et d'un entretien onéreux, par des haies vives dont on oblige les Compagnies à planter les éléments à côté des clôtures sèches, aussitôt leur exécution.

Là encore, nous nous bornons à enregistrer le fait, et à donner les prix, en déclarant de nouveau que toutes ces précautions sont arriérées, et que les haies vives ôtent beaucoup de valeur, par l'ombre qu'elles projettent, ou les racines qu'elles lancent dans le sol, à la zone agricole qui est immédiatement en contact avec elles.

CHOIX DES ESSENCES. — APPROPRIATION AU CLIMAT ET AU SOL.

Les essences les plus propres à la formation des haies sont celles qui satisfont le mieux aux conditions suivantes :

Croître en lignes serrées ;

Présenter constamment une tige bien garnie de rameaux ;

Avoir des racines peu traçantes, et sans influence fâcheuse pour les propriétés riveraines ;

Supporter des tontes fréquentes ;

Se maintenir en bon état de végétation malgré la contrariété apportée à leur croissance par les vents, la chaleur ou la pluie.

Voici la liste des essences rangées suivant le climat, la nature du terrain et l'ordre de préférence à leur donner.

Pour le Nord, l'Ouest et l'Est de la France.

Sols argileux.

Aubépine.
Prunellier sauvage.
Poirier sauvage.
Nerprun cathartique.
Érable champêtre.
Houx commun.
Pommier sauvage.
Hêtre.
Charme.

Terrains salants.

Tamarix gallica.
Hippophaé rhamnoïde.

Sols siliceux.

Aubépine.
Prunellier sauvage.
Poirier sauvage.
Nerprun cathartique.
Prunier de Sainte-Lucie.
Charme.

Épine-vinette.
Orme des Osages (*machura aurantiaca*).
Olivier de Bohême.

Sols calcaires.

Aubépine.
Prunellier sauvage.
Nerprun cathartique.
Prunier de Sainte-Lucie.
Épine-vinette.
Orme.

Pour le midi de la France :

Sols argileux.

Aubépine.
Prunellier sauvage.
Poirier sauvage.
Paliure.
Grenadier.
Chêne kermès.
Érable de Montpellier.
Mûrier blanc.
Olivier sauvage.

Terrains salants.

Tamarix gallica.
Atriplex halimus.
Hippophaé rhamnoïde.

Sols silicieux.

Aubépine.
Prunellier sauvage.
Poirier sauvage.
Prunier de Sainte-Lucie.
Paliure.
Grenadier.
Chêne kermès.
Érable de Montpellier.
Mûrier blanc.
Olivier sauvage.
Hippophaé rhamnoïde.
Olivier de Bohême.

Sols calcaires.

Aubépine.
Prunellier sauvage.
Prunier de Sainte-Lucie.
Paliure.
Érable de Montpellier.
Chêne kermès.
Olivier sauvage.

Dans les terrains silicieux, M. Vilmorin conseille, pour former des haies, d'employer l'ajonc ou jonc marin qui se sème en lignes, à raison de 10 kilogrammes pour 100 mètres. Il faut seulement avoir la précaution de préserver les jeunes plants de la dent des bestiaux pendant les deux premières années ; au bout de trois ans, la clôture est suffisamment défendue.

On peut encore établir des haies très-résistantes avec le pin silvestre, l'épicéa, le chêne, le cournouiller. D'après M. Burger, ancien conseiller d'État, et professeur d'agriculture en Autriche, le pin mérite la préférence dans toutes les contrées où la température permet la culture de cet arbre. Il supporte facilement la transplantation quand il est jeune ; il croît rapidement et forme un massif dont l'impénétrabilité ne le cède qu'à celle du cornouiller, le plus épais des arbrisseaux, et ne sert point de séjour et d'aliment aux chenilles. En Carinthie et surtout en Styrie, on ne plante pour ainsi dire que des haies de pins, qui peuvent d'ailleurs durer plus de cinquante ans.

Lors de la construction des chemins de fer badois, on avait planté des mûriers pour former des haies de clôture ; cette espèce ne réussit pas, et on la remplaça par diverses essences appropriées au sol et à la localité, telles que le saule, le troëne, etc.

Nous ferons observer, toutefois, que le saule se dégarnit par le pied et qu'il faut prendre la précaution, en le plantant, de l'incliner à 45 degrés pour que la haie soit convenablement fournie dans le bas.

En général, on fait bien de ne pas mélanger plusieurs espèces pour former la haie, car les plus fortes se nourrissent au détriment des plus faibles, les anéantissent et occasionnent ainsi des vides. Quand on veut varier les espèces, il faut les répartir sur plusieurs sections distinctes.

CHAPITRE VII

BARRIÈRES POUR PASSAGES A NIVEAU

Pl. 42.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Il n'existe pour l'établissement des barrières aucun type uniforme. Sur la plupart des lignes, on a adopté des barrières en palissades, à un ou deux vantaux ouvrant tantôt vers la voie, mais à une certaine distance du rail, tantôt du côté de la route ; sur d'autres, mais c'est l'exception, les barrières s'ouvrent vers les rails de manière à clore complétement la voie, et à empêcher l'introduction des animaux (pays de pâturages).

Depuis quelques années on tend à donner la préférence au système de barrières roulantes en bois ou en fer se manœuvrant parallèlement aux rails avec une grande facilité.

Les populations des contrées traversées supportent avec impatience les entraves apportées à la circulation par la fermeture des barrières. Quand le service est réglé de telle sorte que la traversée du passage à niveau n'a lieu, pour les voitures ou bestiaux, qu'avec l'autorisation du garde, on accole à la barrière un tourniquet ou portillon en palissade avec double ou simple battant. Ce portillon livre passage aux piétons tout en étant disposé de manière à empêcher l'entrée des animaux sur la voie.

La distance à laquelle il est d'usage de placer des barrières, à partir du rail extérieur, est très-variable sur les divers chemins de fer, notamment lorsque le croisement a lieu sous un angle plus ou moins aigu. Cette distance ne saurait sans inconvénient descendre au-dessous de $1^{m},50$ pour le point de la barrière le plus rapproché du rail, de manière que, les vantaux étant ouverts ou fermés, il reste toujours entre le rail et la barrière une zone libre de même largeur que celle réservée ordinairement entre le rail extérieur et les culées des ouvrages d'art.

Dans le service de la construction de quelques nouvelles lignes, la règle est de placer les barrières à deux vantaux à $3^{m},50$ du rail extérieur pour les passages de 4 mètres ; et $4^{m},50$ pour les passages de 6 mètres ; les vantaux s'ouvrent vers la voie, de sorte que, le passage ouvert, ils laissent entre eux et le rail extérieur un espace libre de $1^{m},50$.

De convention expresse, sur les chemins allemands, les objets élevés d'un pied ($0^{m},314$) au plus au-dessus des rails doivent se trouver à 5 pieds 3 pouces ($1^{m},65$) au moins de l'axe de la voie la plus rapprochée, et les objets d'une plus grande hauteur à 6 pieds 3 pouces ($1^{m},96$). La distance des barrières fermées à l'axe de la voie la plus rapprochée doit être d'au moins 12 pieds ($3^{m},77$). Les barrières à pivot s'ouvrant sur la voie doivent remplir les conditions précédentes.

La longueur des barrières est généralement proportionnelle à la longueur des routes. Il arrive cependant que des chemins très-fréquentés, des chemins vicinaux par exemple, exigent des barrières plus larges que des routes départementales où la circulation est peu active.

Pour les chemins obliques par rapport à la voie, il est préférable d'établir les barrières normalement à l'axe du chemin, parce que l'on peut leur donner alors l'ouverture des passages droits ; mais quand l'espace manque, on les établit parallèlement à la voie : dans ce cas, on est forcé d'adopter des dimensions de barrières plus considérables, car il faut autant que possible conserver au chemin sa largeur normale.

Comme nous l'avons dit plus haut, sur plusieurs chemins de fer, en France, on s'est arrangé de manière à faire ouvrir les barrières intérieurement aux clôtures sur les propriétés de la Compagnie, en conservant la distance de $1^{m},50$ entre le vantail et le rail extérieur.

Dans beaucoup de cas, l'État a facilité l'application de cette mesure, en concédant gra-

tuitement aux Compagnies le terrain nécessaire pour éloigner les barrières d'une distance suffisante.

On a reconnu cependant que cette disposition est peu avantageuse, parce qu'elle entraîne toujours la construction et l'entretien d'une plus grande surface de chaussée. De plus, ces barrières ainsi disposées, lorsqu'elles sont imparfaitement fermées, ne résistent pas toujours aux efforts que peuvent faire les hommes et les animaux.

Lorsque les vantaux s'ouvrent vers l'extérieur, au contraire, cet inconvénient n'existe plus. Aussi doit-on en conseiller l'application chaque fois que les dispositions locales n'y mettront pas obstacle.

En principe, un type de barrières de passage à niveau doit être disposé pour que la manœuvre en soit aussi facile que possible, l'entretien économique, en un mot, d'une construction telle, qu'il résiste aux diverses causes d'avaries auxquelles il se trouve forcément soumis.

Les ouvertures de barrières correspondant aux différents chemins sont les suivantes :

DÉSIGNATION	CLASSES	LONGUEUR des CHAUSSÉES	OUVERTURE entre les poteaux des barrières pour voitures d'après la fréquentation.	PASSAGE des PIÉTONS	OBSERVATIONS
		Mètres.	Mètres.	Mètres.	
Routes Nationales......	1	6 à 8	6 à 8	0.70	L'ouverture entre les poteaux des barrières correspond généralement à l'ouverture des passages en-dessous des rails, et à la distance des parapets des passages en-dessus pour les routes de même espèce.
Routes Départementales	2	4 à 6	5 à 7	0 70	
Chemins Vicinaux de grande communication.	3	3 à 5	4 à 6	0.50 à 0.70	
Chemins Ruraux de simple vicinalité.........	4	4	4	0.55	
Chemins d'exploitation..	5	4	3.60	»	
Sentier de piétons.....	6	1.50	»	0.70	

Sur les chemins Suisses, les ouvertures des passages à niveau sont toujours égales à la distance entre les parapets des ouvrages d'art correspondant aux mêmes routes.

	DÉSIGNATION	CLASSES	LONGUEUR des ROUTES	OUVERTURES des BARRIÈRES	OBSERVATIONS
			Mètres.	Mètres.	
1	Grandes routes Cantonales.	1	9.00	7.20	Dimensions permettant le croisement de deux voitures lourdes à 2 chevaux.
2		2	8.10	6.30	Croisement d'une voiture lourde et une ordinaire à 2 chevaux.
3		3	7.20	5.40	Croisement de 2 voitures ordinaires à 2 chevaux.
4	Routes Communales.......	1	7.20	5.40	Passage d'une voiture à deux chevaux et d'un piéton.
5		2	6.30	4.50	
6		3	5.40	3.60	Voiture à un cheval et un piéton.
7	Chemins Ruraux..........	1	5.40	4.50	Voiture à deux chevaux et un piéton.
8		2	4.50	3.60	Voiture à un cheval et un piéton.
9		3	3.60	2.70	Voiture à un cheval ou une charrette à bras.
10	Sentiers.................	1	2.70	2.70	
11		2	1.80	1.80	Porteurs et piétons.
12		3	1.80	1.50	

Nature et emploi des matériaux pour les Barrières.

Les barrières sont généralement construites en bois, les assemblages consolidés par des ferrures fixées par des vis ou des boulons. Les bois employés le plus fréquemment sont le chêne et le sapin, cette essence n'étant employée que pour les barreaux de remplissage.

Les bois et fer doivent satisfaire à toutes les conditions de qualité et d'emploi prescrites par les cahiers des charges. Toutes les parties apparentes des bois devront être débitées à la scie sur les quatres faces, parfaitement droites, sans démaigrissement, ni flaches, ni aubier; pour les parties enterrées on tolère une courbure qui peut atteindre $\frac{1}{100}$ de la longueur, et des flaches sans aubier sur les arêtes, pourvu qu'elles n'avancent sur aucune face de plus de $\frac{1}{10}$ de la largeur de l'équarrissage.

Dans les terrains solides, les poteaux de barrières sont fondés sur semelles et consolidés par des contre-fiches en chêne; mais dans les terrains peu résistants, les poteaux sont scellés dans une fondation en maçonnerie de moellons ou de briques avec mortier de chaux hydraulique et sable, ou avec plâtre, suivant les localités; les fouilles sont coupées autant que possible à pic et le fond bien uni; les remblais autour des maçonneries ou des bois se font par couches de 15 centimètres au plus et fortement pilonnées.

Souvent l'administration du chemin de fer se réserve la faculté de fournir à l'entrepreneur les bois pour toutes les pièces en contact avec le sol, si elle juge à propos d'employer des bois préparés. Il y a là pour elle une garantie de durée, qu'elle n'est pas toujours sûre de rencontrer en traitant avec le fournisseur pour la totalité de l'entreprise.

La portion enterrée du poteau est enduite de goudron minéral après avoir été légèrement carbonisée à la surface. Les peintures des parties en élévation sont composées suivant les indications du cahier des charges. La peinture des bois est généralement appliquée en trois couches : la première au minium avant l'assemblage et la pose, la deuxième et la troisième couche à la céruse teintée d'ocre en ton de bois, après la mise en place des barrières. Les tenons, mortaises et autres parties des assemblages doivent être soigneusement enduits de peinture.

La première couche de peinture des pièces de fer et de fonte est faite au minium, la deuxième à la céruse et la troisième au vernis, en gris de fer ou autre ton.

La couche de minium est appliquée aussitôt après la réception; la pose n'a lieu que quand cette couche est suffisamment sèche.

Les bois à peindre doivent être convenablement préparés, grattés et nettoyés, toutes les fentes et gerçures soigneusement mastiquées après la première couche. Les nœuds de sapin doivent être encollés à la colle de peau et poncés.

Il faut toujours laisser à chaque couche le temps de sécher avant d'appliquer la suivante; lorsque la peinture est couchée bien uniformément et de façon que tout aspect de bois ait disparu, on ponce et on gratte la peinture qui gênerait le jeu des ferrures.

Les goudronnages sont faits avec du goudron de gaz chauffé à 100 degrés.

Dans le règlement des ouvrages, les bois sont comptés au mètre cube pour les poteaux, semelles, contre-fiches, moises, lisses, etc.; les barrières proprement dites, au mètre courant; les ferrures, au poids; les peintures et goudronnages, au mètre carré développé; les terrassements et la maçonnerie, au mètre cube.

Pour les peintures, on ne tient pas compte de la différence des tons donnés aux ferrures et aux bois; dans les maçonneries de scellement, on déduit le cube des bois engagés.

Quand, par suite des données locales, les barrières prennent un grand développement et que les dimensions des bois les rendent trop pesantes, on construit les barrières en fer, en ayant soin de choisir les échantillons les plus simples et les plus légers.

Barrières pour piétons.

Les passages à niveau pour piétons sont, comme il a été dit plus haut, accolés au passage pour voitures.

Clos par des portillons, des guichets ou des tourniquets, ils ont pour but de permettre le

passage aux piétons, tant que les trains ne sont pas en vue et que les barrières du passage des voitures sont fermées. Ils doivent être disposés de façon à empêcher les animaux de grande taille de pénétrer sur la voie, même dans le cas où la barrière ne serait pas fermée par un loquet.

On a employé au chemin de fer du Nord des tourniquets formés d'un poteau de $1^m,70$ de longueur, de $\frac{0^m,15}{0^m,15}$ d'équarrissage, s'élevant de 1 mètre au-dessus du sol et portant sur sa tête un goujon vertical, autour duquel peut tourner un croisillon fait avec deux pièces de 1 mètre de longueur, de $\frac{0^m,12}{0,^m12}$ d'équarrissage, assemblées à angle droit et à mi-bois. Cet appareil se trouve placé, soit entre deux poteaux isolés, soit entre un poteau isolé et celui de la barrière à laquelle est accolé le tourniquet.

Ces tourniquets, sous lesquels les enfants et les animaux de petite espèce pouvaient passer et pénétrer dans l'enceinte du chemin de fer, sont en outre incommodes pour les personnes chargées de fardeaux. Une circulaire ministérielle du 14 juin 1855 a prescrit l'usage de portillons se fermant seuls, et munis d'un système de ferrure permettant aux gardes de les fixer au poteau dormant pendant le passage des trains.

La Pl. 42 indique une disposition de portillon fréquemment employée, notamment sur le chemin de l'Est. Elle se compose de deux parties ordinaires tournant autour du même montant et formant entre elles un angle de 90 degrés. L'axe tourne dans une frette à la partie supérieure, et dans une crapaudine ou autour d'un gond à la partie inférieure. Une petite inclinaison donnée à l'axe commun, par rapport au poteau qui soutient la barrière, force la porte à rester constamment appuyée contre le poteau d'arrêt. On donne à ces portes $1^m,20$ de hauteur environ et $0^m,70$ d'ouverture. Elles sont généralement formées d'un châssis en chêne, avec un remplissage extérieur de lattes en sapin. Ces portillons peuvent être, comme nous l'avons dit, accolés à une barrière ou isolés. Dans les deux cas, les poteaux sont fondés, suivant la nature des terrains, dans un massif en maçonnerie ou au moyen de semelles et de contre-fiches.

Voici comment, au chemin de l'Est, on établit le prix de revient de ce système de tourniquets :

INDICATION des OUVRAGES	PRIX de l'unité	TOURNIQUET attaché à une barrière			TOURNIQUET placé librement		
		Quantités	Dépenses par		Quantités	Dépenses par	
			Article	Ouvrage		Article	Ouvrage
	Fr. c.	Mètres.	Fr. c.	Fr. c.	Mètres.	Fr. c.	Fr. c.
Déblais et remblais de terre, mètre cube	1.00	0.30	0.30	»	0.71	0.81	»
Remplissage en maçonnerie sèche à l'entour du poteau, mètre cube	11.00	0.20	2.31	»	0.44	4.84	»
Charpente de chêne à vives arêtes.	82.00	0.05	4.15	»	0.12	9.84	»
Plus-value pour parties rabotées.	7.00	»	»	»	0.08	0.56	»
Menuiserie en chêne de $0^m,055$ d'épaisseur, mètre quarré	9.50	0.20	1.90	»	»	»	»
Menuiserie en chêne de $0^m,041$ d'épaisseur, mètre quarré	8.00	0.27	2.16	»	»	»	»
Lattes en sapin de $47/22^{mm}$, mètre courant	0.20	9.12	1.82	»	»	»	»
Fonte pour crapaudine, kil.	0.60	1.00	0.60	»	»	16.28	»
Fer forgé et laminé pour frettes à boulons, gonds à supports, bandes à boulons et à vis et clous.	1.20	7.00	8.40	»	»		
Goudronnage des bois enterrés.	»	»	1.00	»	2.00	»	»
Peinture à l'huile sur trois couches, mètre quarré	1.00	5.00	5.00	»	6.00	6.00	»
Transport à pied d'œuvre et pose.	»	»	4.00	»	»	4.50	»
Serrure	»	»	6.00	»	»	6.00	»
Prix total				37.94			50.73

Ce système peu coûteux répond mieux que le précédent au but proposé. On peut y appliquer une petite serrure que les gardes ferment pendant le passage des trains.

Sur les chemins de l'Ouest et du Nord on emploie des barrières à guichets. Du côté du plateau de battement de la porte, soit en dedans du chemin comme au Nord, soit en dehors comme à l'Ouest, le piéton entre dans un couloir où il est obligé de se ranger dans l'un des angles de la palissade pour permettre au portillon de s'effacer et de lui livrer passage; cette manœuvre, qui demande un peu de réflexion, ne peut pas être effectuée par les animaux. Au chemin de fer du Nord les guichets et portes ont $0^{m},70$ de largeur. Toute la charpente est en chêne à vives arêtes, et le remplissage en lattes de sapin; le montant de la barrière porte inférieurement un petit galet roulant sur un plan incliné qui la force à rester constamment fermée.

Les guichets du chemin de l'Ouest ont $0^{m},80$ de large et la porte 1 mètre; la charpente est en chêne; les poteaux sont fondés dans des massifs en maçonnerie ou avec semelles et contre-fiches. Un petit loquet, exigeant l'emploi d'une clef spéciale, sert à la fermeture des portes par les gardes, au moment du passage des trains.

Nous avons vu plus haut comment on évaluait les divers ouvrages; voici l'avant-métré qui peut servir à établir le prix des guichets isolés, établis d'après le type dont nous venons de parler :

Avant-métré d'un guichet pour piétons.

1° TERRASSEMENTS.

Déblai pour la fondation des poteaux......	$5 \times 0,60 \times 0,60 \times 1 =$	$1^{mt},800$

2° MAÇONNERIE.

Massifs en maçonnerie sèche pour maintenir les poteaux..................	$5 \times 0,60 \times 0,60 \times 0,80 = 1,44$	
A déduire l'emplacement des poteaux...	$5 \times 0,12 \times 0,12 \times 0,80 = 0,06$	$1^{mt},280$

3° CHARPENTERIE ET MENUISERIE.

Bois de chêne à vive arête, raboté sur les faces vues :		
Poteau de battement............	$1 \times 2,40 \times 0,12 \times 0,14 = 0,040$	
Les autres poteaux..............	$4 \times 2,40 \times 0,12 \times 0,12 = 0,138$	
	0,178	$0^{mt},178$
Montants du portillon en chêne de $\frac{0^{m},06}{0^{m},08}$ corroyés sur les quatre parements..	$2 \times 1^{m},30 =$	$2^{m},60$
Traverses hautes et basses du portillon et des barrières en chêne de $\frac{0^{m},09}{0^{m},04}$ corroyées sur les quatre parements......	$2 \times 3^{m},40 =$	$6^{m},80$
Lames du portillon et des barrières en chêne de $\frac{0^{m},05}{0^{m},02}$ corroyées sur les quatre parements et clouées sur les traverses...	$24 \times 1^{m},30 =$	$31^{m},20$

4° FERRONNERIE.

Equerres de façon de $0^{m},32$ de développement, en fer de $0^{m},005$ sur $0^{m},028$, entaillées, fixées chacune avec 5 vis à tête fraisée.........	3 pièces.
Paumelle double de façon, en fer de $0^{m},005$ sur $0^{m},025$, entaillée et fixée avec quatre vis à tête fraisée..	1 »
Galet avec sa tige verticale et son chemin circulaire entaillés, fixés avec cinq vis à tête fraisée..	1 »
Petit loquet en fer avec sa clef, sa boîte en tôle et sa gâche, boîte et gâche fixées avec six vis à tête fraisée..	1 »

5° PEINTURE.

Peinture à l'huile à trois couches de toutes les parties vues :

Faces verticales des poteaux...........	$5 \times 1,40 \times 1,48 = 3^{m2},36$	
— de dessus —	$5 \times 0,14 \times 0,14 = 0$,10	
Montants du portillon.................	$2 \times 1,30 \times 0,28 = 0$,73	
Traverses du portillon et des barrières..	$2 \times 3,43 \times 0,26 = 1$,78	
Lames..........................	$24 \times 1,12 \times 0,14 = 3$,76	
	$9^{m2},73$	$9^{m2},73$

Ce système est compliqué et coûteux, mais il donne de bons résultats; car le passage exigeant une certaine manœuvre, les hommes en état d'ivresse et les animaux ne sauraient, sans grande difficulté, s'introduire sur la voie, alors même que la barrière ne porterait pas le loquet.

Peut-être trouverait-on quelques avantages à remplacer ces guichets par un système plus simple, employé en Angleterre et représenté en plan par la figure 83. La porte s'ouvre et se ferme dans un espace angulaire où le piéton est obligé de pénétrer pour passer. Au chemin d'Orléans (réseau central) on construit des guichets analogues. L'espace angulaire est remplacé par un demi-cercle. Ces guichets doivent présenter l'inconvénient d'être trop étroits pour des personnes chargées, et plus coûteux que ceux du système anglais.

Enfin, on est obligé d'établir dans les clôtures courantes des petites portes sur certains sentiers ou pour donner passage à des particuliers dont la propriété est traversée par la ligne. La planche 42 indique la disposition d'une porte de $0^m,75$ d'ouverture dans une clôture courante en treillage ordinaire du système employé sur la ligne du Nord. Ces portes doivent rester constamment fermées; elles ne doivent être ouvertes qu'au moyen d'une clef, confiée au propriétaire sous certaines conditions.

Barrières à pivot.

Les barrières pivotantes à un seul vantail du chemin de fer du Nord ont de 4 à 8 mètres de largeur, et $1^m,50$ de hauteur (*fig.* 84). Elles sont toutes formées d'un poteau A, d'un vantail à claire-voie et d'un poteau-heurtoir B. Le poteau A, saillant de $1^m,50$ au-dessus du sol, a $\frac{0^m,20}{0^m,20}$ d'équarrissage et $2^m,50$ environ de longueur; il est solidement fondé au moyen d'un système de semelles et de contre-fiches ou d'un massif en maçonnerie. Ce poteau est destiné à supporter tout le poids de la barrière quand elle est en mouvement. Le poteau B reçoit la butée du vantail; on lui donne $\frac{0^m,15}{0^m,15}$ d'équarrissage, $2^m,20$ environ de longueur; il est fondé comme le poteau A, mais avec des pièces de plus faibles dimensions.

Le vantail se compose d'un châssis formé par le poteau-tourillon suspendu au poteau A, le battant et deux traverses horizontales d'une longueur correspondante à la portée du vantail. Les deux traverses sont réunies par trois, quatre ou six tirants verticaux en fer, suivant que la barrière a 4, 6 ou 8 mètres d'ouverture.

Leur écartement et la solidité du châssis étant assurés par quatre, cinq ou sept pièces obliques parallèles, assemblées sur les traverses.

Le poteau-tourillon est formé de deux pièces moisées de $\frac{0^m,16}{0^m,066}$ d'équarrissage, comprenant dans l'intervalle qui les sépare les extrémités des deux traverses et le boulon qui sert d'axe au mouvement. Ce boulon est maintenu à la partie supérieure par l'œil d'un étrier embrassant le poteau A, et se termine à la partie inférieure par une surface sphérique qui repose dans une crapaudine. Cette crapaudine porte inférieurement deux

oreilles, au moyen desquelles on la fixe par un boulon sur un petit tasseau horizontal, assemblé avec le poteau A et les contre-fiches. Pour soulager les ferrements, lorsque la barrière est au repos, le poteau-heurtoir porte inférieurement un petit support sur lequel vient reposer l'extrémité du vantail fermé. Les traverses horizontales ont une largeur de $0^m,12$; leur épaisseur va en diminuant du poteau-tourillon au battant, de $0^m,14$ à 0,06. Les pièces obliques ont une section carrée dont le côté diminue de 5 en 5 millimètres à partir de l'axe de rotation. Pour les barrières de 4 mètres, la section de la première à la quatrième, de $\frac{0^m,075}{0^m,075}$ à $\frac{0^m,06}{0^m,06}$; pour les barrières de 6 mètres, de $\frac{0^m,08}{0^m,08}$ à $\frac{0^m,06}{0^m,06}$; pour celles de 8 mètres, de $\frac{0^m,08}{0^m,08}$ à $\frac{0^m,05}{0^m,05}$.

On consolide encore l'ensemble au moyen d'une plate-bande posée sur la traverse supérieure, depuis le poteau-tourillon jusqu'au premier boulon pour les barrières de 4 mètres, et s'étendant sur toute la longueur pour les barrières de 6 à 8 mètres. Cette plate-bande est traversée par tous les boulons ou tirants verticaux et par le boulon formant l'axe de rotation.

L'assemblage du battant avec les deux traverses est consolidé au moyen d'équerres en fer. Un simple petit loquet à ressort, placé à l'intérieur, permet de fermer la barrière.

Sur ce châssis tout en bois de chêne, on place extérieurement un remplissage de lattes en sapin de $\frac{0^m,04}{0^m,02}$ espacées de $0^m,095$ d'axe en axe.

Ces barrières sont compliquées, lourdes et coûteuses, surtout en ce qui concerne les ferrures; le poids des vantaux de 4 à 8 mètres ne tarde pas à faire dévier le pivot et fausser les ferrures. Les barrières fréquemment dérangées, ne pouvant pas toujours s'ouvrir ou se fermer facilement, sont, pour la Compagnie, une cause incessante d'ennuis, de contestations, de frais d'entretien et d'indemnités par suite d'accidents.

Au chemin de fer de l'Est, sur la ligne de Wissembourg, on a employé un système de barrières à hauteur variable. Elles ont la forme indiquée dans la figure 85, leur ouverture variant de $3^m,60$ à 4 mètres, 5 mètres ou 6 mètres. Un portillon, que nous avons décrit, y est généralement accolé.

Ces barrières sont revenues à un prix assez élevé, comme l'indiquent les chiffres suivants :

Barrière de 6 mètres d'ouverture (à hauteur variable)	.....	337 f.	76
— de 5 mètres	—	—	331	44
— de 4 mètres	—	—	219	76
— de 3 mètres	—	—	195	67

Ces prix supposent les poteaux des barrières établis sur un terrain solide; dans le cas contraire, la fondation en maçonnerie était comptée à raison de 11 francs le mètre cube.

Comme il peut être intéressant de connaître les sous-détails du prix de revient, nous croyons utile de les reproduire dans le tableau ci-après :

Barrières à hauteur variable.

INDICATION DES OUVRAGES.	PRIX DE L'UNITÉ.	DE 6 MÈTRES D'OUVERTURE			DE 4 MÈTRES D'OUVERTURE		
		QUANTITÉS.	DÉPENSES. par article.	DÉPENSES. par ouvrage.	QUANTITÉS.	DÉPENSES. par article.	DÉPENSES. par ouvrage.
	fr. c.	m.	fr. c.	fr. c.	m.	fr. c.	fr. c.
Déblais et remblais de terre. . m. c.	1 00	13.31	» »	13 31	6.08	» »	6 08
Charpente de chêne à vives arêtes. .	82 00	1.10	90 20	» »	0.62	50 84	» »
Plus-value pour parties rabotées .	7 00	0.35	2 45	» »	0.22	1 54	» »
				92 65			52 38
Men. en chêne de $0^m,75$ d'ép^r. . m. q.	11 50	2.55	29 32	» »	» »	» »	» »
id. de $0^m,11$ id.	16 00	1.00	16 00	» »	» »	» »	» »
id. de $0^m,10$ id.	» »	» »	» »	» »	0.66	9 90	» »
id. de $0^m,06$ id.	» »	» »	» »	» »	1.69	16 90	» »
Lattes en sapins de $\frac{47^{mm}}{22^{mm}}$. . m. ct.	0 20	50.40	10 08	» »	35.00	7 00	» »
				55 40			33 80
Fonte p. frettes et crapaudines. . kil.	0 60	10 00	6 00	» »	7.00	4 20	» »
Fer forgé et laminé de toute nature :							
Frettes à boulons pour montants.	» »	12.00	» »	» »	10.00	» »	» »
Gonds à supports pour montants supérieurs.	» »	10.00	» »	» »	8.00	» »	» »
Gonds à supports pour montants inférieurs.	» »	10.00	» »	» »	» »	» »	» »
Bandes à équerres et à bras, compris boulons et écrous.	» »	56.00	» »	» »	30 00	» »	» »
Verrous, loquets et taquets.	» »	9.00	» »	» »	9.00	» »	» »
Clous à fixer les lattes.	» »	3.00	» »	» »	2.00	» »	» »
Tirants, compris guides et vis de rappel.	» »	17.00	» »	» »	» »	» »	» »
	1 20	117.00	140 40	» »	59.00	70 80	» »
Boites de fermeture. . . . . . la pièce.	» »	» »	10 00	» »	» »	10 00	» »
				156 40			85 00
Goudronnage des bois enterrés. . .	» »	» »	» »	4 00	» »	» »	3 50
Peinture à l'huile sur 3 couch. . m. q.	1 00	22.00	» »	22 00	14.00	» »	14 00
Pierre de taille pour verrous et taquets.	» »	» »	» »	7 00	» »	» »	7 00
Transport à pied d'œuvre et pose par mètre courant d'ouvrage. . .	4 50	6.00	» »	27 00	4.00	» »	18 00
Dépense pour une barrière. . . fr.				377 76			219 76

Sur la ligne de Mulhouse, on a fait des barrières à simple pivot, de $3^m,60$, 4 mètres, 5 mètres et 6 mètres d'ouverture, disposées exactement comme celles du Nord, à quelques détails près ; les barrières de 7 mètres et 8 mètres sont toujours à double pivot.

On a été conduit quelquefois à faire des barrières de 4 mètres, 5 mètres et 6 mètres à double pivot. Elles sont toutes formées de deux vantaux disposés exactement comme celui des barrières à simple pivot. Les deux battants des vantaux viennent butter contre une pierre et son jointif quand le passage est intercepté. La fermeture se fait à la partie supérieure au moyen d'un fléau à coulisse muni d'une petite serrure, et à la partie inférieure au moyen d'un verrou de forme spéciale.

Les passages à niveau de la ligne de Bâle sont fermés par des barrières en chêne rustiques, solides, très-simples, très-économiques, et qui nous paraissent pour cela devoir être imitées. Elles ont 4, 5, 6 ou 7 mètres d'ouverture, et toujours à deux vantaux (*fig.* 86) fixés sur les poteaux au moyen de gonds et pentures ; tous les assemblages sont conso-

lidés au moyen d'équerres en fer, fixées par des vis à bois à tête fraisée. La fermeture de la barrière s'obtient au moyen d'un fléau en bois arrêté par un petit loquet. Les lattes verticales en sapin ont 0m,10 de largeur, 0m,02 d'épaisseur, avec écartement de 0m,10, fixées extérieurement à la voie, contre les traverses supérieure et inférieure, au moyen d'une latte horizontale clouée et formant moise avec ces dernières. A droite et à gauche de la barrière se trouvent des taquets destinés à limiter l'ouverture des vantaux. Ces taquets sont formés d'un poteau de 2m,50 enfoncé dans le sol sur une longueur de 1m,50 environ, et portant un petit tasseau horizontal qui sert de repos à l'extrémité du vantail. Un piton sur chaque vantail, et un crochet correspondant sur chaque taquet, permettent de maintenir la barrière ouverte.

Ces barrières sont simplement goudronnées sur toutes les surfaces. Ce goudronnage était refait environ tous les deux ans par le service de l'entretien. Les prix des barrières de 4 mètres, de ce type, n'atteignent pas 200 francs.

Comme nous l'avons dit plus haut, les barrières de passage à niveau doivent être faciles à entretenir. Ce résultat n'est obtenu que par la simplicité de la construction. C'est pourquoi nous insistons tout particulièrement pour conseiller l'adoption d'un type analogue à celui que nous venons de décrire, l'expérience nous ayant démontré que le service de ces barrières était plus simple et plus régulier que celui des barrières à vantaux construites d'après des données plus compliquées.

Depuis quelque temps, au chemin de l'Est, on a trouvé quelque avantage à n'avoir que deux types de barrières, de 4 et de 6 mètres; elles sont analogues à celles à deux vantaux du chemin de fer du Nord que nous avons décrites plus haut. Les lattes sont en chêne, comme toute la charpente; mais on a cherché à diminuer la dépense, en simplifiant, autant que possible, les ferrures. Les vantaux sont supportés par des gonds et pentures ordinaires; la fermeture s'obtient au moyen de verrous et de crochets.

Voici le détail estimatif de deux barrières de 4 mètres et de 6 mètres du chemin de fer d'Epinal à Aillevillers (Compagnie de l'Est).

Barrières à deux vantaux de 4 mètres et 6 mètres d'ouverture.

DÉTAIL.	PRIX de l'unité	DE 4 MÈTRES avec tourniquet			DE 6 MÈTRES sans tourniquet		
		Quantités	Sommes Partielles	Sommes Totale	Quantités	Sommes Partielles	Sommes Totale
	Fr. c.	Mèt.	Fr. c.	Fr. c.	Mèt.	Fr. c.	Fr. c.
Terrassements, mètre cube..	1 25	14.60	18.25	»	14.60	18 25	»
Coussinets................	5.00	1.00	5.00	»	1.00	5.00	»
Charpentes pour travaux provisoires en premier emploi..................	45.00	0.102	4.59	»	0.102	4.59	»
Charpente en chêne, mètre cube..................	140.00	0.657	91.98	»	0.776	108.64	»
Menuiserie en chêne, mètre quarré.................	15.00	1.985	29.78	»	2.385	35.78	»
Fuseaux en chêne, mètre courant................	0.30	39.60	11.88	»	52.44	15.73	»
Fer forgé pour étriers, boulons, ferrements, kil......	1.00	2.80	2.80	»	2.80	2 80	»
Fer pour boulons, pentures, gonds, équerres, tourillons, clinches, crochets, verrous, etc., kil................	1.10	72.80	79.80	»	83.65	92.01	»
Crochets, pitous, etc.......	0 50	2.00	1.00	»	2 00	1.00	»
Peinture, mètre quarré.....	1.10	14.80	16.28	»	17.26	18.99	»
Goudronnage, mètre quarré.	0.60	14.145	8.49	»	14.59	8.75	»
Transport à pied d'œuvre et pose.................	»	»	18.00	»	»	30.00	»
Dépense pour une barrière.				287.85			341.54

On tend généralement aujourd'hui à diminuer les dépenses d'établissement des passages à niveau en faisant ouvrir les barrières en dehors du chemin; on diminue aussi les frais de terrassement et de pavage. Le plus souvent, quand la circulation est peu active, on supprime le pavage, que l'on remplace par une chaussée résistante en macadam.

Enfin on cherche, au chemin de fer de l'Est, à simplifier les barrières en formant les vantaux au moyen de cadres en bois de chêne convenablement consolidés et remplis avec un treillage en lattes, fabriquées avec les déchets provenant de la préparation des traverses par le procédé Boucherie.

Ce treillage est analogue à celui employé à la construction des clôtures de stations dont nous avons parlé plus haut.

On espère que les barrières, ainsi construites, offriront une solidité suffisante, les vantaux n'ayant pas plus de 2 à 3 mètres de largeur.

En résumé, l'expérience a fait reconnaître qu'on devait la préférence à des barrières légères, simples et cependant solides, peu coûteuses d'entretien, s'ouvrant le plus souvent à l'extérieur, quelquefois à l'intérieur de la ligne, mais ne pouvant jamais s'avancer jusque sur le passage des trains.

Aux abords des barrières de passages à niveau, on établit généralement des clôtures plus solides que celles de la voie courante, et qui se raccordent avec elles, à une petite distance de chaque côté du passage à niveau. Si la barrière est oblique par rapport au chemin traversant la ligne en biais, on emploie moins de clôtures que si la barrière est placée normalement au chemin; dans le premier cas, la surface de passage est également moins considérable, mais aussi les barrières ont une plus grande portée. On peut se rendre compte du coût de construction dans les deux hypothèses, en établissant entre les prix de revient une comparaison analogue à l'exemple qui suit, appliqué à un passage oblique de 4 mètres de largeur normale.

Barrières obliques.

Deux barrières de 5 mètres à 282 fr. 50 c.	565 fr. »
68 mètres carrés de pavage à 5 fr.	340 »
8 mètres de clôture en échalas 0 fr. 69 c.	5 52
	910 fr. 52 c.

Barrières normales.

Deux barrières de 4 mètres à 181 fr. 36 c.	362 fr. 72 c.
94 mètres carrés de pavage à 5 fr.	470 »
16 mètres de clôture à 0 fr. 69 c.	11 04
	843 fr. 76 c.

On a quelquefois employé aux abords des barrières de passages à niveau, des clôtures construites avec le même soin et aussi solides que les barrières elles-mêmes. Aussi, au chemin de l'Est, sur la ligne de Wissembourg, ces clôtures, tout à fait semblables aux clôtures de stations que nous avons décrites, revenaient à 9 fr. 27 c. le mètre courant.

Dans ces circonstances, on voit que les barrières obliques ne seraient pas plus coûteuses que les barrières normales; mais c'est un exemple qu'il ne faut pas imiter.

Pour les routes peu fréquentées, on pourra conserver les clôtures courantes de la voie, et pour celles où la circulation est plus active, on leur donnera un peu plus de solidité.

Barrières roulantes.

Quand les dispositions locales s'opposent à l'emploi des barrières à pivot, on établit des barrières roulantes. Ce cas se présente principalement quant on traverse une route d'une grande largeur, lorsque une route large coupe la ligne sous un angle très-aigu, enfin quand un chemin modifié vient rejoindre le passage à niveau en longeant la voie. Il est

impossible, dans ce cas, d'établir une barrière à pivot dont les vantaux fermeraient le chemin latéral à l'extérieur, ou la voie si la barrière s'ouvre à l'intérieur. Il faut alors établir des barrières roulantes, obliques par rapport au chemin et parallèles à la voie.

Les barrières roulantes du Nord se composent de la barrière proprement dite et de la contre-barrière d'égale longueur. Leur mode de construction est analogue à celui des vantaux précédemment décrits. La barrière repose à chaque extrémité sur une petite roue en fonte de $0^m,50$ de diamètre; la largeur de la jante de cette roue est divisée en deux zones par un bourrelet qui s'engage entre deux rails ou deux madriers horizontaux, dont les angles en contact avec les roues sont garnis de fers à cornières. Ces rails, à fleur du sol pour ne pas gêner la circulation, s'étendent sur toute la longueur de la contre-barrière et de la barrière mobile, dont ils servent à guider la course. Ils sont fixés sur le milieu de petites traverses de 1 mètre de long, espacées d'environ $1^m,75$. La traverse supérieure de la barrière est garnie sur toute sa longueur d'un fer à simple T, dont la tige passe entre deux galets horizontaux établis sur un support relié à chaque poteau de la contre-barrière.

Ces derniers sont espacés de 2 mètres environ, à l'exception des deux premiers du côté de la barrière, qui sont distants de $0^m,80$ seulement.

On dispose de l'autre côté de la route deux poteaux semblables pour maintenir la barrière lorsqu'elle est fermée. Ils sont fondés, suivant la nature du terrain, avec semelles et contre-fiches, ou dans un massif de maçonnerie. Tout le remplissage des charpentes des barrières et contre-barrières est fait avec des lattes en sapin comme pour les barrières à pivots.

On doit éviter autant que possible l'emploi de ces barrières roulantes en bois, parce qu'elles sont coûteuses, lourdes, et, par conséquent, d'un entretien difficile, d'une manœuvre pénible, surtout pour les femmes, chargées le plus souvent du service des passages à niveau.

Ce n'est donc pas à titre de modèle que nous les décrivons, mais comme elles ont été appliquées sur une très-grande échelle par plusieurs compagnies, et que l'expérience en a fait ressortir tous les inconvénients, il est bon d'en connaître tous les détails, afin d'être mis en garde contre le désir de les imiter.

Leur principal inconvénient est d'être munies de galets d'un trop faible diamètre, ce qui augmente le coefficient de résistance au frottement.

En donnant aux galets l'aspect de véritables roues, ou grandes poulies, de $0^m,50$ à $0^m,80$ de diamètre, on peut arriver à remédier au principal inconvénient de ce genre de barrières, qui est la difficulté de leur manœuvre.

En outre, comme nous le verrons plus loin, en remplaçant, tout au moins, le châssis principal en bois par un châssis en fer, on pourrait arriver à un système mixte que nous recommanderions comme préférable à celui consistant dans l'emploi du bois seul comme matière dominante.

Les ingénieurs qui voudraient faire une nouvelle étude, basée sur un système analogue, trouveraient dans le tableau suivant l'indication des quantités et des prix comparatifs des éléments des barrières roulantes, en bois et fer, du chemin de fer du Nord.

Barrières roulantes (TYPES DU CHEMIN DE FER DU NORD.)

DÉSIGNATION.	PRIX de L'UNITÉ.	OUVERTURE. 4m,00 Quantités.	4m,00 Prix.	6m,00 Quantités.	6m,00 Prix.	8m,00 Quantités.	8m,00 Prix.	10m,50 Quantités.	10m,50 Prix.	OBSERVATIONS.
Charpentes en bois de chêne	136.00	1.680	228.48	2.049	278.86	2.412	328.03	3.050	414.80	
Menuiserie (chêne et sapin)	14.85 et 6.00	10.34	109.30	14.12	148.80	20.85	192.00	20.85	257.10	
Fers	70.00	207.00	144.90	245.00	171.50	300.00	210.00	428.00	299.60	
Fontes	40.00	128.00	51.20	131.00	52.40	134.00	53.60	250.00	100.00	
Pose et ajustement de fers et fontes (pièces pesant plus 2 kilog.)	8.25	255.00	21.00	277.00	22.85	329.00	27.14	516.36	42.60	
Pose et ajustement de fers et fontes (pièces pesant moins de 2 kilog.)	16.50	80.00	13.20	99.00	16.35	105.00	17.32	162.42	26.80	
Goudronnage sur les bois à sceller	0.165	31.00	5.10	38.00	6.30	43.00	7.00	54.00	9.00	
Peinture au minium (2 couches)	0.615	36.00	22.15	51.00	31.35	60.00	37.00	80.00	49.22	0 fr. 410 la 1re couche. 0 fr. 205 la 2e couche.
Fouilles	1.20	11.70	14.04	13.39	16.07	15.07	18.08	18.430	22.12	
Maçonnerie avec mortier	19.00	6.44	122.40	7.375	140.10	8.30	157.70	10.168	193.20	
Chemin de roulement (fers et fontes)		683.80	137.45	964.10	193.85	1.240.30	251.10	1.614.70	324.68	
			869.20		1.178.43		1.298.87		1.739.40	
			217.30		179.90		162.35		166.29	

On voit que ces barrières sont beaucoup plus coûteuses que les barrières à pivot et qu'on fera bien de ne les employer que dans le cas de nécessité absolue.

Barrières en fer.

Il y aurait généralement avantage à remplacer les barrières roulantes en bois par des barrières en fer, simples et légères. C'est ce qu'on a fait au réseau central du chemin d'Orléans et ce que d'autres compagnies se proposent d'imiter.

Les barrières roulantes du chemin d'Orléans (*pl.* 42) se composent d'un cadre en fer plat de $0^m,116$ de large, dont le bord extérieur est serré entre deux cornières de $0^m,035$ et recouvert d'une plate-bande d'une largeur de $0^m,100$. L'intérieur du cadre est rempli par un lattis en fer à cornières, de $0^m,035$, fixées de part et d'autre du cadre et à tous les points de croisement par des rivets. Les cornières du lattis, inclinées à 45 degrés, sont à une distance horizontale de $0^m,375$ les unes des autres, d'axe en axe des rivets. Les fers dont nous venons de parler ont $0^m,004$ d'épaisseur.

Tout le système repose, au moyen de chapes en fonte faisant corps avec le cadre, sur deux roues en fonte de $0^m,50$ de diamètre, roulant sur un guide longitudinal formé d'un fer en U, noyé dans un madrier en bois. Ce guide s'étend sur une longueur double environ de la largeur du passage. La barrière en mouvement ou au repos est maintenue dans une position verticale par des petits galets attachés à des supports en fonte boulonnés sur chacun des trois doubles poteaux qui marquent les limites extrêmes de sa course. Pour la barrière la plus rapprochée de la maison de garde, le poteau-guide est remplacé par le premier poteau du garde-corps posé devant la porte de la maison. Un petit tasseau en bois, sur lequel la roue vient s'appuyer, limite la course de la barrière.

Au chemin d'Orléans, on construit des barrières de ce système dont les ouvertures et les poids sont les suivants :

$4^m,50$..................	300 kilogrammes.
$5^m,25$..................	332 —
6 mètres................	350 —
$7^m,50$..................	405 —
$8^m,50$..................	500 —

Elles ont été payées, à l'origine, à raison de 58 c. le kilogr., non compris les frais de pose ; mais ce prix, qui représente à peine les dépenses du constructeur, ne nous paraît pas devoir servir de base dans le calcul du coût de ces appareils.

Les poids ci-dessus ne comprennent pas le chemin qui sert de guide ; celui que nous avons décrit est coûteux et serait économiquement remplacé par un système formé de deux rails ordinaires, légers et placés sur de petites traverses.

Barrières à lisses pivotantes, ou à bascule.

Dans les endroits peu fréquentés et où cependant l'établissement de passages à niveau est nécessaire, on n'emploie pas de barrières aussi compliquées que celles que nous avons décrites; on se contente le plus souvent de barrières à lisses.

Les barrières a lisses pivotantes du chemin de fer du Nord se composent de deux poteaux extrêmes, fondés avec semelles et contre-fiches en bois ou dans un massif en maçonnerie, qui limitent la largeur du passage, et d'une lisse unique barrant le chemin à 1 mètre environ au-dessus du sol. Cette lisse horizontale est assemblée avec un poteau-tourillon vertical et une contre-fiche oblique. La section de la lisse varie de $\frac{0^m,12}{0^m,10}$ à $\frac{0^m,12}{0^m,07}$ d'une extrémité à l'autre. Le poteau-tourillon est relié, au moyen de ferrures, avec un des poteaux extrêmes du passage, tandis qu'un verrou, sur le poteau opposé, sert à fixer l'extrémité de la lisse pendant la fermeture. A ces barrières sont quelquefois accolés des tourniquets, et, dans ce cas, on donne la préférence au premier que nous avons décrit, comme étant le plus simple et le moins coûteux.

Barrières à lisse glissante.

Les barrières à lisse glissante sont formées simplement d'une lisse horizontale, à un mètre du sol, dont les extrémités, pendant la fermeture, sont engagées dans deux mortaises qui traversent les poteaux extrêmes du passage. D'un côté de la barrière, on place une lisse fixe sur laquelle peut glisser la lisse mobile. La manœuvre est plus facile quand on remplace la surface horizontale de glissement de la lisse dormante par une saillie en dos d'âne; la lisse mobile, ainsi guidée dans son mouvement, glisse encore plus légèrement lorsqu'on la fait porter sur un galet placé à l'entrée de la mortaise.

Guides à galets.

Dans certains cas et pour de grandes ouvertures, on peut, comme aux chemins Suisses, placer de chaque côté de la lisse fixe, un guide formé d'une barre de fer méplat, et, sur le prolongement de la lisse mobile, deux systèmes de galets sont suffisamment écartés pour que la lisse mobile soit toujours maintenue horizontale, même au moment où son extrémité opposée quitte le poteau correspondant. La lisse mobile a ordinairement une section qui va en décroissant d'une extrémité à l'autre; malgré cela on arrive, pour de grandes ouvertures, à des lisses d'un poids considérable et difficile à manœuvrer. Dans ce cas, une barrière analogue, dans laquelle la lisse pleine serait remplacée par deux madriers de faible équarrissage, écartés de $0^{m},30$ et reliés par des entretoises en bois ou en fers légers, serait moins coûteuse et plus facilement maniable.

La fermeture se fait au moyen d'un goujon en fer traversant le poteau et l'extrémité de la lisse mobile, quelquefois au moyen d'une petite vis de pression, qui s'appuie sur l'extrémité de la lisse et tourne dans une plaque formant écrou, fixée sur le poteau. Une clef, que les gardes ont à leur disposition, permet de manœuvrer cette vis.

Barrières à bascule et à contre-poids.

Enfin un dernier système de barrières pour les passages rapprochés les uns des autres, est celui des barrières à bascule et contre-poids, pouvant se manœuvrer à distance. Une lisse horizontale, dont la section décroît d'une extrémité à l'autre, est chargée d'un contre-poids qui tend à la faire basculer autour d'un axe horizontal supporté par deux poteaux, à la maintenir dans une position à peu près verticale lorsque le passage est ouvert; quand il est fermé, l'autre extrémité de la lisse repose simplement sur la tête d'un poteau, entre deux pattes en fer ou deux planches formant guides. Ces deux guides doivent s'évaser suffisamment pour que la lisse mobile s'engage toujours entre eux quand elle retombe. Le contre-poids peut être formé, comme aux chemins du Nord, d'un sabot en fonte, ou plus simplement, comme aux chemins belges, suisses et au chemin de l'Est, de deux madriers boulonnés sur la lisse et de deux bouts de rails fixés à l'extrémité, ou plus simplement encore, d'une pierre. Ce contre-poids tend constamment à maintenir la lisse dans une position verticale, et par conséquent la barrière ouverte. Pour la fermer, on opère à l'extrémité du contre-poids une traction aussi rapprochée que possible de la verticale, au moyen d'une chaîne passant sur une première poulie et attachée à un fil de fer de $0^{m},005$, qui est guidé de loin en loin, de 10 mètres en 10 mètres par exemple, par des galets. Le fil aboutit enfin à une autre chaîne qui s'enroule sur un treuil. On voit qu'il faut un système analogue de fils et de galets pour les deux barrières qui défendent les deux côtés de la ligne, ce qui oblige encore les gardes à traverser la voie, manœuvre quelquefois dangereuse. Au chemin de l'Est, on applique, depuis quelque temps, un mode de transmission à travers la voie, permettant de faire la manœuvre des deux barrières en même temps et avec un seul fil; c'est ce qui a, d'ailleurs, été déjà appliqué sur les chemins Badois.

Une bonne précaution, prise également sur ces derniers chemins, consiste à placer les barrières à bascules, manœuvrées à distance, assez loin de la voie pour laisser un espace

suffisant au garage d'une voiture engagée pendant la fermeture; en effet, ces barrières sont difficiles à surveiller et quelquefois même invisibles de loin, à la brune; il peut se faire que le garde, fermant les barrières au moment du passage d'un train, emprisonne une voiture sur la voie la croyant encore de l'autre côté. L'addition du garage ne saurait augmenter sensiblement les dépenses, les passages ainsi fermés n'étant généralement point pavés. On ajoute aussi à ces dispositions une sonnette manœuvrée à distance par le garde, quelques instants avant la fermeture des barrières.

Devis estimatif d'une barrière à lisse.

Les chemins prussiens sont fermés très-fréquemment par des barrières à lisses. Voici comment on peut établir le prix des différentes barrières de ce genre :

Bois. — Deux poteaux de $1^m,85 \times 0,21 \times 0,21 = 0^{m3},165$ à 65 fr....	10 f.	60 c.
Lisse en hêtre ou bouleau de $0^m,10$ d'équarrissage, $3^m,45$ à 0 fr. 45 c.	1	55
Main-d'œuvre. — Rabotage, calcination des parties enfouies en terre, pose, $7^{mq},20$ à 0 fr. 50 c....................	3	60
Serrurerie. — Fourniture et pose de crochets, anneaux, chainettes et ferrures, $4^k,50$ à 1 fr....................	4	50
Peinture. — Peinture de toutes les parties vues, à une couche d'impression et deux couches de peinture à l'huile, 3 mètres carrés à 1 franc....................	3	00
Somme à valoir....................	1	75
Prix total............	25 f.	00 c.

Devis d'une barrière à lisse glissante.

Pour une barrière à lisse glissante de $3^m,75$ d'ouverture, il y a lieu d'ajouter à ce prix de....................	25 f.	00 c.
Un poteau supplémentaire....................	5	00
Main-d'œuvre....................	1	25
Peinture....................	1	00
Serrurerie....................	0	75
Prix total.........	33 f.	00 c.

Devis d'une barrière à lisse doublée et à contre-poids.

Souvent les barrières à lisse pivotante se composent simplement d'une lisse doublée à l'une de ses extrémités, et sur le prolongement de laquelle on fixe une grosse pierre pour faire contre-poids. Cette lisse peut tourner horizontalement autour de la tête arrondie du poteau.

Le prix de ces barrières s'établit comme il suit :

Bois. — Deux poteaux : $2^m,20 \times 0,21 \times 2 = 0^{m3},194$ à 65 fr.........	12 f.	65 c.
Quatre semelles en croix : $1^m,50 \times 0,10 \times 0,10 \times 4 = 0^m,060$ à 65 fr....................	3	30
Lisse en pins : $5^m,00 \times 0,13 \times 0,13 = 0,0845$. / Renfort : $2^m,00 \times 0,24 \times 0,15 = 0,0720$...... } 0,1565 à 50 fr.	7	80
Pierre. — Contre-poids : $0^m,60 \times 0,20 \times 0,25 = 0^{m3},030$ à 60 fr......	1	80
Main-d'œuvre. — Façon, rabotage et pose, 20 mètres, à 0 fr. 50 c...	10	00
Serrurerie. — Ferrures, fourniture et pose de $6^k,50$ à 1 fr..........	6	50
Serrure....................	1	25
Peinture. — $6^{m2},00$ à 1 fr....................	6	00
Somme à valoir....................	5	70
Prix total..........	55 f.	00 c.

Devis d'une barrière pivotante à deux vantaux.

Pour des passages de grande ouverture, on emploie quelquefois des barrières à lisses pivotantes à deux vantaux, dont voici le devis :

Bois. — Bois de chêne : $0^{m3},660$ à 65 fr.		42 f.	90 c.
Bois de pin : $0^{m},300$ à 50 fr.		15	00
Main-d'œuvre. — Façon, etc. : 36 mètres à 0 fr. 50 c.		18	00
Serrurerie. — Ferrures de vantaux : 18 kilog.	24k,50 à 1 fr.	24	50
Fléau à serrure : 5 kilog.			
Ferrures de poteaux d'arrêt : 1k,50			
Peinture : $12^{m2},00$ à 1 fr.		12	00
Somme à valoir.		7	00
Prix total		120 f.	00 c.

Le tableau que nous donnons à la page suivante résume l'avant-métré de deux barrières à bascule et à contre-poids, analogues à celles employées sur les chemins prussiens. Les poteaux sont en chêne, l'arbre quelquefois en sapin, d'un équarrissage décroissant d'une extrémité à l'autre; le contre-poids formé d'un sabot en fonte.

Ainsi, deux barrières de 5 mètres, établies dans les conditions précédentes, reviendraient à 150 fr. environ, somme à laquelle il faudrait ajouter 9 fr. 50 c. par 25 mètres de tirage.

Ainsi pour une barrière de 150 mètres de tirage, le prix se compose de.. 150 fr.

Plus $\frac{450}{25} \times$ 9 fr. 50 c. 171

321 fr.

Barrières à chaînette.

Enfin, sur un grand nombre de passages à niveau en Allemagne, en Belgique et même en France, mais plus rarement, la fermeture est simplement opérée au moyen d'une chaînette en fer. La suspension de cette chaînette aux poteaux-limites du passage indique au public que la circulation à travers la voie est momentanément interdite. Cette défense est, en général, scrupuleusement respectée, ce qui n'a pas toujours lieu avec les barrières à vantaux les plus rigides.

Sans aucun doute, les populations parviendront à se familiariser avec les exigences de la police des chemins de fer; aussi croyons-nous que le temps n'est pas éloigné où l'on remplacera une grande partie des barrières actuellement en usage, par de simples chaînettes où d'autres signes indicateurs du danger que présente la traversée du chemin de fer à l'approche des trains.

Barrières à bascule de 5 mètres d'ouverture. — Avant-métré.

DÉSIGNATION des ouvrages et parties d'ouvrages et indication de leur nature.	NOMBRE DES PARTIES OU PIÈCES SEMBLABLES.	DIMENSIONS RÉDUITES			SURFACES		CUBES		POIDS.
		Long. pour chacune ou ensemble.	Largeur.	Hauteur ou épaisseur.	Auxiliaires.	Définitives.	Auxiliaires.	Définitifs.	
A. — QUANTITÉS INDÉPENDANTES DE LA DISTANCE DE TRACTION.									
BOIS.		m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	kil.
Poteaux principaux.......	2	2.200	0.235	0.155	»	»	0.080135	0.160270	»
Semelles...............	2	1.250	0.105	0.210	»	»	0.027562	0.055125	»
Ecoinçons..............	2	1.100	0.235	0.155	»	»	0.040067	0.080135	»
Poteaux de soutien........	2	2.500	0.235	0.155	»	»	0.091062	0.182125	»
Arbres..................	2	6.000	0.105	0.105	»	»	0.066150	0.132300	»
Poteaux élevés...........	2	2.600	0.235	0.155	»	»	0.094705	0.189410	»
Poteaux pour les tambours.	2	1.100	0.235	0.155	»	»	0.040067	0.080135	»
Semelles...............	2	1.250	0.105	0.110	»	»	0.027562	0.055125	»
Ecoinçons..............	2	1.100	0.130	0.155	»	»	0.022137	0.044374	»
Cubes des bois...	......	.....	.....	.....	......	....	....	0.978999	
FERS.									
Ferrures des barrières....	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ferrures des tambours....	»	»	»	»	»	»	»	»	15
Chaînes................	2	3.150	»	»	»	»	»	»	33
Sabots en fonte pour contrepoids..............	2	»	»	»	»	»	»	»	120
Poids.......	......	.....	.....	.....	.....	....	....	....	183
PEINTURE.									
Poteaux principaux.......	2	1.250	0.235	0.155	0.9750	1.9500	»	»	»
Poteaux de soutien.......	2	1.350	0.235	0.155	1.0530	2.1060	»	»	»
Poteaux élevés..........	2	1.650	0.235	0.155	1.2870	2.5740	»	»	»
Barrières...............	2	6.000	0.105	0.105	2.5200	5.0400	»	»	»
Poteaux de tambours.....	2	0.630	0.235	0.155	0.4914	0.9828	»	»	»
Tambours..............	2	0.114	0.165	diam.	0.1632	0.3265	»	»	»
Surface des peintures..	......	.....	.....	.....	......	12.9793			
B. — QUANTITÉS VARIABLES POUR CHAQUE LONGUEUR DE 25 MÈTRES.									
Bois. — Poteaux-guides...	2	1.650	0.105	0.105	»	»	0.018191	0.036382	»
Fers. — Crampons.......	2	»	»	»	»	»	»	»	0.50
Fers. — Fil de fer....50m	»	»	»	»	»	»	»	»	4.00
Peinture des pot.-guides....	2	0.950	0.105	0.105	0.3990	0.7980	»	»	»
Surface des peintures.	......	.....	.....	.....	......	0.7980			
Cube des bois.......	......	.....	.....	.....	......	....	....	0.036382	
Poids des fers.......	......	.....	.....	.....	......	......	....	....	4.50

HUITIÈME SECTION

MOBILIER ET MATÉRIEL DES GARES

BATIMENTS ET ATELIERS

CHAPITRE I

SERVICE DES VOYAGEURS

§ 1. — VESTIBULE OU SALLE DES PAS PERDUS.

Une des parties les plus complexes à installer lors de la création d'un chemin de fer est celle qui se compose de l'achat ou de l'exécution de tout le mobilier et le matériel des gares, de leurs dépendances, et des ateliers de construction.

Il y a là matière à une dépense considérable, et la négligence de certains détails peut être cause des plus graves inconvénients.

Nous commencerons l'étude du mobilier et du matériel des gares par cette partie du bâtiment qui fait immédiatement suite aux cours d'accès, et nous passerons en revue successivement les divers services que comporte l'exploitation d'une ligne.

Le mobilier des vestibules est très-simple et se compose de bancs en chêne de $0^m,45$ de hauteur sur 0^m40 de largeur, disposés sur son pourtour, et permettant aux voyageurs d'attendre l'ouverture des guichets de billets et de bagages qui se trouvent placés sur l'un des côtés de cette salle.

Lorsque le service est très-actif, on dispose dans ces salles et devant les guichets des bureaux des billets une série de balustrades en bois ou en fer de $1^m,00$ de hauteur d'appui, formant un chemin d'accès au guichet et empêchant ainsi que l'abord de ces derniers ne soit encombré par plusieurs personnes se précipitant à la fois vers le bureau.

Ces balustrades mobiles sont formées par de simples montants reliés par des traverses horizontales près du sol et à hauteur d'appui, entre lesquelles se trouvent des montants de remplissage des panneaux ainsi formés. Le haut des grands montants, qui ont une longueur d'environ $2^m,50$, est relié au mur par des tringles en fer terminées par des crochets que l'on fixe dans des pitons scellés dans le mur. Cette disposition est semblable à celle employée devant les bureaux des théâtres.

Souvent on complète le mobilier de cette salle par une bibliothèque en bois de chêne avec étagères à consoles. Cette bibliothèque se place quelquefois aussi dans l'entrée commune aux diverses salles d'attente (bibliothèques et bazars des chemins de fer).

Nous ne parlerons pas de l'éclairage des diverses parties de la gare, qui doit être très-complet. Le gaz est allumé dès la tombée de la nuit; mais les becs ne sont ouverts qu'à moitié, car on ne donne la pleine lumière dans les pièces d'un service, que lorsque le monde doit arriver dans ces locaux.

§ 2. — BUREAUX DES BILLETS.

Les bureaux des billets, qui sont situés sur un des côtés de la salle des pas perdus, ouvrent sur cette pièce par un guichet vitré avec grille en fil de fer, et de chaque côté duquel se trouve une tablette avec une petite plaque de cuivre rayé au milieu du guichet, afin de faciliter le glissement des billets et de l'argent.

L'employé de ce service doit avoir à portée de sa main un grand casier à compartiments recevant les billets à destination des diverses localités, et à côté de ce casier un tableau indiquant le prix de ces billets.

Le mobilier est complété par une table et des chaises, ainsi qu'un poêle pour le chauffage de la pièce, lorsque ce chauffage n'a pas lieu au moyen d'un calorifère. Le prix d'une table de service en bois noir varie de 10 à 12 et 15 francs, suivant les dimensions qui sont de $0^{m},80$ sur 0,45, de 0,90 sur 0,50, ou de 1,00 sur 0,55, avec une hauteur de 0,70 dans les trois cas. Les chaises sont en paille, et leur prix est de 6 francs; on ajoute souvent aussi un ou deux tabourets de 4 fr. 50.

Sur la tablette du côté de l'intérieur du bureau se trouve l'appareil à dater les billets. Nous croyons utile de décrire sommairement cet appareil, dont on trouve tous les détails de construction dans les livraisons de janvier et mai 1873 de notre *Portefeuille des Machines*. En même temps nous donnerons aussi quelques indications sur l'appareil à imprimer les billets, ainsi que sur celui à les compter et sur l'appareil à couper les billets de demi-place ou de quart de place.

1. — MACHINE A IMPRIMER LES BILLETS

Par M. Lecoq, Ingénieur Constructeur.

Cette machine imprime les billets préalablement coupés de dimensions. Elle se compose d'une embase en bois qui reçoit un socle en fonte sur lequel est posée une table également en fonte.

Sur cette table sont placées quatre colonnes en cuivre soutenant un couronnement en fonte. Deux supports en fourche, fixés dans le dessous, reçoivent dans leurs paliers un arbre de commande qu'une manivelle permet de faire tourner à la main. Cet arbre est muni d'un volant et possède un vilebrequin, où s'assemble une bielle reliée à sa partie supérieure avec une traverse, dont les extrémités sont articulées avec deux tiges verticales reliées par une autre traverse avec l'arbre vertical du composteur.

Un système de leviers, prenant son mouvement sur le bas de la bielle du vilebrequin, fait marcher par un encliquetage le rouleau preneur de l'encrier. L'encre est alors prise sur ce rouleau par des rouleaux distributeurs disposés à la partie inférieure d'un levier qui oscille par des tourillons dans deux supports placés au-dessus du couronnement, au moyen d'un autre levier articulé avec le haut de l'arbre porte-composteur. Elle est ensuite étalée sur une table à encre en cuivre à surface concave, où le toucheur vient s'en recouvrir pour garnir les lettres du composteur.

Les billets à imprimer sont placés dans un canal supérieur en bois retenu sur une base en cuivre par deux petites pinces à ressort. Ils sont pressés par un tasseau qui coulisse dans le canal et assure la prise complète des billets par les griffes d'une chaîne à maillons qui les amène sous le composteur. Cette chaîne est enroulée sur deux pignons, dont l'un est monté sur un arbre qui reçoit, par des pignons coniques et un arbre intermédiaire, son mouvement de rotation de l'arbre de commande. Les griffes ou crochets saisissent les billets un à un et les poussent, l'un à la suite de l'autre, sous le composteur où une bande de caoutchouc forme foulage.

Un réglage à vis permet de faire arriver les billets sous le composteur de manière qu'ils soient imprimés correctement en laissant autour de l'impression les petites marges nécessaires.

Une fois imprimés, les billets tombent par un plan incliné dans un canal inférieur, où un mouvement d'encliquetage les fait descendre d'une épaisseur à mesure qu'ils arrivent.

Dans le cas où l'on imprime des billets d'aller et retour, un coupe-cartes est adapté sur la base du canal supérieur; il se compose d'un levier qui porte une petite molette, dont les dents pratiquent dans le milieu transversal des billets les petites incisions que l'on connaît.

Une sorte de bouton s'engage dans un cran pratiqué à l'intérieur du volant de la commande pour empêcher la machine de tourner quand elle ne doit pas fonctionner.

L'emplacement occupé par cette machine est de $0^m,800$ sur $0^m,570$; la plate-forme du bâti en fonte se trouve à $1^m,220$ au-dessus du sol et la hauteur totale est de $1^m,766$.

Le poids du banc en bois est de 40 kilogrammes et le poids de la machine proprement dite est de 150 kilogrammes.

2. — MACHINE A COMPTER LES BILLETS

Par M. Lecoq.

Les billets imprimés sont distribués aux diverses stations d'une ligne en nombre correspondant aux demandes. Il serait donc fort long de les compter à la main; peut-être même la fraude pourrait-elle y trouver un prétexte en cas d'erreur; aussi a-t-on imaginé une machine spéciale permettant de les compter avec exactitude et célérité.

Un banc en bois porte à sa partie supérieure un socle en fonte recevant quatre colonnettes en cuivre, qui soutiennent un chapiteau en fonte. Deux supports en cuivre reçoivent dans leurs paliers un arbre de commande que l'on fait tourner à la main par une manivelle. Cet arbre porte une roue dentée engrenant avec un pignon monté sur le même arbre que celui d'un pignon à chaîne semblable à celle de la machine à imprimer, mais s'enroulant sur trois pignons. La chaîne est munie de griffes qui saisissent les billets un à un à la partie inférieure de la base en cuivre où s'emboîte le canal supérieur dans lequel ils sont placés.

Un système de leviers, mus par une petite manivelle calée sur l'arbre de commande de la chaîne, communique le mouvement à un numéroteur situé sur le côté et au-dessus du chapiteau. Ce numéroteur possède quatre rondelles dont la première indique les unités, la seconde les dizaines, la troisième les centaines et la quatrième les mille.

A mesure qu'ils sont comptés, les billets tombent dans un canal vertical inférieur, en bois, sur un coulisseau muni d'une griffe qui s'accroche avec une chaîne de galle enroulée d'abord vers le haut du canal sur un petit pignon et vers le bas sur trois autres pignons dont le dernier, opposé au canal, est monté sur un arbre muni d'un rochet, que fait mouvoir un cliquet à excentrique calé sur l'arbre de commande de la machine.

Un second cliquet, formant frein, empêche la rotation de la chaîne dans le sens contraire au comptage.

Lorsque le tasseau est descendu au fond du canal, on enlève les billets qui sont dessus, on le décroche, puis on le remonte en haut pour venir de nouveau le raccrocher à la chaîne et continuer l'opération.

Cette machine occupe un emplacement de $0^m,540$ sur $0^m,350$; la hauteur du banc en bois est de $0^m,760$, et celle de la machine proprement dite est de $0^m,928$; la hauteur totale de l'appareil est donc de $1^m,688$.

Le poids du banc est de 16 kilogrammes, celui de la machine est de 50 kilogrammes, et le prix total de l'appareil est de 1,800 francs.

3. — MACHINE A DATER LES BILLETS DE CHEMINS DE FER

Par M. Lecoq.

La disposition du mécanisme de cet appareil est très-ingénieuse; elle permet à la personne préposée à la distribution des billets de pouvoir en dater jusqu'à cent à la minute avec la plus parfaite régularité.

Un bâti en fonte formé d'un socle ovale et creux, et d'une branche recourbée à nervures en croix, s'emboîte à sa partie supérieure avec un balancier également en fonte, dont le bas également recourbé pénètre dans le socle.

Le balancier est une sorte de boîte dans laquelle est compris le levier du composteur, et qui porte à sa partie inférieure, au-dessus de son bras recourbé, un siége en cuivre, sur lequel on place à la main les billets ou cartes.

Le composteur, formé d'une pièce de fer assemblée sur deux faces avec des plaques de cuivre, laisse entre celles-ci un vide dans lequel se logent des caractères d'imprimerie. Il est maintenu dans le bas du levier, d'un côté par un guide-cartes fixé au balancier et par le talon d'une porte en cuivre à charnière, et de l'autre par un cliquet en bronze, qui s'engage dans les crans des caractères qu'il tient à l'aide d'un ressort.

Sur le siége des cartes est encastrée une butée en fer contre laquelle s'applique une extrémité de la carte à dater. Ce siége est façonné d'un bout de manière à permettre à la main qui tient la carte de s'y appliquer commodément, et de l'autre il est incrusté d'une rainure dans laquelle un ressort appuie sur le bas du levier du composteur. Le haut de ce dernier vient alors s'appuyer sur le couteau inférieur d'une pièce en fer fixée à la tête du bâti, tandis que le balancier repose sur le couteau supérieur de cette même pièce.

D'après cela, si l'on engage une carte sur le siége, en la poussant jusqu'à la butée et en continuant ensuite à pousser, le balancier oscille sur le couteau supérieur et le levier sur le couteau inférieur, en décrivant des arcs de cercle avec des rayons nécessairement différents, et cette différence de rayons d'oscillation fait qu'après avoir poussé avec la main le bas du balancier, les arcs de cercle décrits d'un côté par le bas des caractères du composteur maintenus au levier, et de l'autre par la butée du siége des cartes maintenues au balancier, viennent à se rencontrer; et c'est pendant le temps que cette rencontre met à se produire que s'imprime la carte. A cet effet, un jeu correspondant à l'épaisseur de la carte doit naturellement exister entre les caractères et la face de la butée. Un arrêt venu de fonte dans le haut de l'intérieur du socle limite la course du balancier au point de rencontre des arcs de cercle dont nous venons de parler. La porte qui retient le composteur à l'aide d'un talon possède sur sa charnière un mentonnet qui bute contre un ressort fixé au levier, elle s'ouvre pour laisser poser et enlever le composteur. Une plaque de cuivre vissée sur le balancier finit de cacher le mécanisme.

Comme nous l'avons dit plus haut, on peut dater avec cette machine jusqu'à cent billets à la minute, mais on n'en date ordinairement que 25 à 30.

Le poids de l'appareil est de 12 kilogrammes, et son prix est de 150 francs.

Les dessins détaillés de cette machine ont été publiés dans la livraison de Mai 1873 du *Portefeuille des Machines.*

4. — MACHINE A COUPER LES BILLETS DE 1/2 ET 1/4 DE PLACE.

Les billets d'enfants et de militaires se coupent avec cet appareil, qui n'est autre qu'un petit socle en bronze contenant à l'intérieur une première lame et des guides; il y a de plus une seconde lame fixée sur une tige qui passe dans la chambre d'une douille supérieure munie d'un ressort à boudin.

La tige de ce couteau est terminée par un bouton en bois sur lequel on appuie la main pour couper les billets. Deux ouvertures sont ménagées dans le socle, l'une pour les billets d'enfants, l'autre pour ceux de militaires.

Quelquefois il existe une seule ouverture pour des cas particuliers, et le couteau, au lieu d'avoir deux tranchants, n'en a qu'un seul.

Cet appareil se place au-dessus d'un tiroir où l'on reçoit les bouts coupés.

Le poids est de 2 kilogrammes, et le prix de l'appareil est de 40 francs.

Pour de plus amples détails voir la livraison de Mai 1873 du *Portefeuille des Machines.*

5. — PINCE A ANNULER LES BILLETS.

Cette pince porte le poinçon qui sert à annuler les billets de voyageurs à l'intérieur des wagons.

Quoique cet appareil fasse partie de l'exploitation d'une ligne, nous croyons utile cependant de le citer dès à présent, en même temps que les autres machines servant à la fabrication et au contrôle des billets dans l'intérieur des gares.

C'est un outil très-simple, toutefois il doit être assez bien fait pour que le billet engagé sous le poinçon s'en dégage facilement après le poinçonnage.

Son poids est de 170 grammes.

Les dessins de cet outil ont été publiés en Mai 1873 de notre *Portefeuille des Machines.*

6. — COMPOSTEUR A DATER LES BILLETS POUR LES CORRESPONDANCES D'OMNIBUS.

Nous croyons utile de dire quelques mots de cet appareil, ainsi que de ce timbre à annuler les billets, employé également par la Compagnie des omnibus de Paris; on en trouvera les dessins détaillés dans le *Portefeuille des Machines* de Mai 1873.

Les billets de correspondance des omnibus se datent avec un appareil dont le mécanisme principal diffère peu de celui des machines pour les billets de chemins de fer. Une petite boite ou bâti en fonte, de forme triangulaire, qui se fixe à la caisse de la voiture, porte à sa partie supérieure un couteau sur lequel oscillent, par le haut le balancier, et par le bas le levier du composteur. Ce dernier est semblable à celui des machines à dater les billets de chemins de fer. Le siége des cartes, poussé à la main, vient buter contre le fond de la boite, et un grand ressort le ramène à sa position primitive. Une plaque de fermeture se rabat pour cacher le mécanisme pendant le temps qu'il ne doit pas fonctionner. Cette plaque est maintenue relevée par un ressort qui appuie sur sa charnière, et se tient abaissée par un autre ressort à talon, fixé par vis au-dessous de la boite. Afin d'assurer le contrôle des billets, un petit verrou rend solidaires le balancier et le levier du composteur ; il s'ouvre et se ferme du devant de la porte à l'aide d'une clef carrée que possède le contrôleur des voitures.

On pourrait également, avec cet appareil, dater jusqu'à cent billets à la minute; mais on sait qu'il n'est pas besoin d'en dater plus d'une dizaine.

Son poids est de 9 kilogrammes et le prix en est d'environ 120 francs.

7. — TIMBRE A ANNULER A LEVIER

De la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

Ce timbre peut être appelé à servir dans les correspondances locales annexées aux chemins de fer ou subventionnées par eux.

Le poinçon est fixé dans un porte-poinçon qui coulisse à l'aide d'un levier à dents semblables à celles d'une roue d'engrenage, dans la partie supérieure d'un petit bâti creux en fonte, qui se fixe par deux vis sur une table. Un ressort fait remonter le porte-poinçon.

§ 3. — MATÉRIEL DE LA SALLE DES BAGAGES OU MESSAGERIES.

Le service des bagages et celui des Messageries sont les mêmes au point de vue du mobilier et du matériel, puisque les messageries ne diffèrent des bagages qu'en ce que les colis ne sont pas accompagnés par le voyageur.

Une salle de bagages comprend comme mobilier : des bancs disposés le long des murs pour permettre aux voyageurs d'attendre leur tour; des tables pour le dépôt des bagages et un ou plusieurs bureaux pour l'enregistrement des bagages, ainsi que des casiers pour les bandes imprimées portant les numéros d'ordre à coller sur les bagages.

Le matériel comprend plusieurs bascules et des chariots à transporter les colis sur la voie, ainsi que des seaux avec pinceaux, contenant la colle d'amidon pour le collage des numéros sur les colis.

1. — TABLES A BAGAGES.

Ces tables sont en chêne, en planches de 54 millimètres d'épaisseur et recouvertes de bandelettes de fer virées; leur hauteur est de $0^m,60$ à $0^m,65$ au-dessus du sol de la salle, et leur largeur est de $0^m,80$ à 1 mètre.

2. — BUREAUX D'ENREGISTREMENT.

Ces bureaux sont de petits compartiments avec la partie inférieure en bois plein jusqu'à $1^m,30$ de hauteur ; la partie supérieure est vitrée et est munie de deux guichets, l'un du côté des employés préposés au pesage des colis, et le second du côté du public.

Ils occupent une surface de 3 à 4 mètres carrés, et contiennent un pupitre en bois noir et une chaise ou un fauteuil, et de plus, un ou deux petits casiers.

On les dispose aux extrémités des tables où les voyageurs font déposer leurs bagages.

3. — BALANCES-BASCULES.

Le balances-bascules employées sont généralement les petites bascules portatives du système QUINTENZ, qui sont formées, comme on sait, d'une caisse en bois en forme de trapèze, et qui est munie sur son petit côté d'un montant en bois, au sommet duquel se trouve le point autour duquel oscille le fléau à bras inégaux portant, à une de ses extrémités, le plateau destiné à recevoir les poids.

L'autre extrémité reçoit la traction exercée par les leviers coudés formant fourche et qui supportent le pont mobile sur lequel on dépose les colis à peser.

§ 4. — SALLES D'ATTENTE.

Les salles d'attente ont une sortie sur la voie et une autre donnant sur le vestibule.

Généralement les compartiments d'attente des trois classes sont séparés par de simples cloisons de 2 mètres à $2^m,30$ de hauteur, en panneaux en bois avec couronnements en bois découpé.

Souvent, pour les gares importantes, on dispose dans ces salles des bibliothèques semblables à celles établies dans les vestibules.

Le mobilier proprement dit se compose de bancs pareils à ceux du vestibule pour la salle des troisièmes classes. On y dispose aussi des banquettes en bois et paille de 4 mètres de longueur dont le prix est de 60 francs.

Dans les salles de seconde classe on place des banquettes rembourrées de 4 mètres de longueur, coûtant 80 francs sans dossier, et 102 francs avec un dossier.

Pour les salles d'attente de première classe on a des fauteuils rembourrés coûtant 66 francs, des canapés capitonnés de 2 mètres de longueur environ et du prix de 230 francs, ou, dans les gares très-importantes, des canapés Louis XV de même longueur, et coûtant jusqu'à 400 francs.

Quelquefois on place, au milieu des salles d'attente de première ou deuxième classe, une grande table ovale pour déposer les sacs de nuit, etc.; le prix de ces tables est de 120 à 150 francs.

Le mobilier de première classe se complète aussi, dans certaines gares, par des glaces ou des consoles-cheminées à glace ; le prix de ces dernières est de 400 à 450 francs.

CHAPITRE II

MATÉRIEL DU SERVICE DES MARCHANDISES

§ 1. — BUREAUX.

Les bureaux du service des marchandises se divisent en bureau de réception ou d'enregistrement et en bureau de livraison.

On divise les services de ces bureaux d'autant plus que la gare est plus importante.

Le mobilier comprend des cloisons mobiles à guichet, des tables et pupitres, et des chaises ou tabourets. Le prix des pupitres-casiers pour comptables est de 90 francs.

Les autres meubles comme ci-dessus.

§ 2. — HALLE AUX MARCHANDISES.

1. — TABLES DES PETITS COLIS.

Les marchandises de faible volume sont déposées sur des tables en bois de chêne, avec bandelettes en fer, semblables à celles des salles de bagages. C'est là que les employés du service viennent les prendre pour aller les classer avec les autres colis devant composer le chargement d'un wagon à destination de la même station. C'est aussi sur ces tables qu'on délivre les colis réclamés, d'après lettre d'avis.

Les marchandises occupant un grand volume se déposent sur le sol de la halle, en attendant leur chargement.

2. — PINCES A PLOMB POUR COLIS.

Les rondelles de plomb que l'on attache aux colis sont percées de deux ouvertures dans lesquels on passe des bouts de ficelle et que l'on serre à l'aide de la pince que nous allons décrire. Celle-ci se compose de deux branches assemblées à charnière. La rondelle se presse entre un poinçon et une matrice placés dans la branche femelle. Le poinçon est mobile, s'abaisse au moyen de la branche supérieure et se relève par un ressort; la matrice est fixe et se trouve maintenue par une vis.

Le poids de cet outil est de $1^k,500$.

3. — APPAREILS DE LEVAGE.

On emploie, pour la manœuvre des colis de poids considérable, toute la série des appareils de levage, depuis le levier et le cric jusqu'aux grues roulantes, treuils-chariots, élévateurs, etc.

Nous donnons d'ailleurs le détail de toutes ces machines dans la section de l'Exploitation (10me section, *pl.* 45).

4. — APPAREILS DE PESAGE.

Dans les gares à marchandises, les appareils employés au pesage des colis isolés sont de petites bascules portatives du système Quintenz, dont nous avons déjà parlé en nous occupant du matériel des salles de bagages.

Mais on sait que la plupart des wagons affectés au transport des marchandises brutes sont chargés et déchargés par les expéditeurs et les destinataires eux-mêmes; la Compagnie ne fait que la vérification des poids du chargement.

Il faut donc installer dans les gares des appareils propres à effectuer le pesage des wagons complets.

Ces appareils sont les ponts à bascule. (Voir aussi *pl.* 12.)

Le pont, portant simplement un platelage ou les rails d'une voie secondaire à proxi-

mité du local destiné au service des marchandises, repose sur un système de leviers articulés, aboutissant à un indicateur placé, tantôt à découvert, tantôt à l'intérieur d'un petit bâtiment où se tient l'agent préposé à la vérification des chargements.

Prix des Ponts à bascule.

Un pont à bascule en charpente, avec tablier en chêne de 3 mètres, à romaine ordinaire, coûte 1,450 francs.

Un pont à bascule, avec charpente en fer et tablier de 3m,50, avec romaine double, coûte 1,850 fr.

Un pont à bascule, avec charpente en fer, romaine double et tablier de 4 mètres, coûte 2,050 francs.

Pour les forces supérieures à 15 tonnes, on peut compter sur une augmentation de 200 francs pour chaque accroissement de 5 tonnes.

Le coût de la fosse, avec fondations ordinaires, est compris entre 275 et 600 francs, selon les difficultés d'exécution.

Le pont à bascule Sampson, qui n'a pas encore reçu d'application en France, a cependant donné en Amérique de très-bons résultats, tant au point de vue de l'exactitude, du bon fonctionnement, de la durée, qu'à celui de la simplicité de construction et de la modicité du prix.

Voilà les prix des appareils de ce système pour les diverses forces :

	Force. kil.	Longueur. mèt.	Largeur. mèt.	Prix fr.
PONTS A BASCULE *pour Gares, etc.*	2.000	2.75	2.29	400 »
	4.000	2.75	2.44	500 »
	6.000	3.05	2.44	600 »
	8.000	4.27	2.59	675 »
	10.000	4.27	2.59	750 »
PONTS A BASCULE *pour Voies ferrées.*	12.000	3.65	2.59	875 »
	16.000	4.60	—	1.125 »
	20.000	7.30	—	1.500 »
	30.000	10.35	—	2.000 »
	40.000	13.40	—	2.250 »
	50.000	16.45	—	2.500 »

On construit des bascules de ce système, de la force de 100 à 1,000 tonnes, pour peser des trains entiers ou des bateaux dans les écluses des canaux.

Nous prions en outre le lecteur de se reporter à la planche 12, *Matériel fixe de la voie* (2e section), pour les ponts à bascule économiques.

5. — GABARITS.

Les marchandises chargées sur wagons découverts doivent présenter un contour tel que le wagon puisse passer dans le gabarit admis par l'administration lors de la construction des ponts, tunnels, etc. de la ligne.

A cet effet, on fait passer le wagon chargé dans un appareil formé par une tige de fer suspendue à deux chaînes, et contournée de manière à présenter le profil du gabarit.

S'il y contact, c'est-à-dire si le chargement est mal fait et n'a pas la forme voulue, on en est averti par une sonnette qui résonne lorsqu'un point du chargement vient à toucher le gabarit.

Ces gabarits sont soutenus par une charpente en bois sous laquelle passe la voie ferrée qui sert à amener le wagon.

CHAPITRE III

RELEVÉ GÉNÉRAL DES DÉPENSES DE MATÉRIEL

FAITES POUR UN CHEMIN DE FER D'INTÉRÊT LOCAL.

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
Mobilier de la station de Barbezieux. (3e CLASSE.)		fr.	c.	fr.	c.
Bureaux à trois casiers (modèle Est)	2	60	00	120	00
Boites à finances	2	35	00	70	00
Boite de secours complète	1	220	00	220	00
Brosse à laver	1	3	50	3	50
Balais	2	0	85	1	70
Bidon en fer de 20 kilog	1	10	50	10	50
Burettes de 1 kilog	2	1	50	3	00
Cadran d'horloge, y compris tout l'appareil	1	250	00	250	00
Casier à registre avec six cartons	1	33	00	33	00
Coffre-fort moyen	1	170	00	170	00
Casier à billets (chêne)	1	225	00	225	00
Casier à étiquettes, grand	1	25	00	25	00
Chaises cannées	4	8	50	34	00
Chaises ordinaires	6	5	50	33	60
Composteur à billets	1	120	00	120	00
Ciseaux à mèche	1	2	50	2	50
Couverture pour blessés et brancard	1	95	00	95	00
Egouttoir	1	7	00	7	00
Entonnoir	1	0	75	0	75
Eponge	1	0	50	0	50
Fauteuils de bureau	2	44	00	88	00
Fontaine-lavabo	1	7	50	7	50
Lanternes marquises	3	17	00	51	00
Lanterne pour régulateur	1	35	00	35	00
Lanternes falots, pour les hommes d'équipe	2	7	00	14	00
Lanternes à trois feux	2	13	00	26	00
Lampes modérateur	6	6	00	36	00
Lanterne simple applique	1	9	50	9	50
Lanterne d'allumage	1	7	00	7	00
Œils-de-bœuf	2	45	00	90	00
Pelles à main	4	1	40	5	60
Presse à copier	1	22	50	22	50
Portefeuilles comptabilité	2	12	00	24	00
Pince plate	1	1	25	1	25
Plumeau	1	6	50	6	50
Pinceau de presse à copier	1	2	50	2	50
Pinceau à coller les étiquettes	1	1	50	1	50
Réserve de 2,200 billets	1	120	00	120	00
Régulateur de station	1	375	00	375	00
Réservoir à huile de 50 kilog	1	24	75	24	75
Suspensions de modérateur	3	3	75	11	25
Série de chiffres pour étiquettes bagages	1	24	33	24	33
Soufflet	1	3	00	3	00
Seaux à charbon	2	4	80	9	60
Griffes : Barbezieux	2	4	46	8	92
Griffes : religieuse — indigent — autorisé — militaire — en gare — port payé — port dû — à domicile — remboursement — lettre de voiture — bagages — express	12	3	81	45	72
Tisonnier	1	1	50	1	50
Tables ordinaires	2	14	00	28	00
Table de presse à copier	1	12	00	12	00
Table de lampiste	1	8	00	8	00
Tampons ronds, griffes	2	6	00	12	00
Total	»	»	»	2536	37

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
Mobilier de la station de Viville.					
(4e CLASSE.)		fr.	c.	fr.	c.
Bureau à deux casiers	1	45	00	45	00
Boîtes à finances	2	35	00	70	00
Brosse à laver	1	3	50	3	50
Balai	1	0	85	0	85
Bidon en fer de 20 kilog	1	10	50	10	50
Burette de 1 kilog	1	1	50	1	50
Casier à registre	1	33	00	33	00
Coffre-fort, petit	1	50	00	50	00
Casier à billets, petit (chêne)	1	90	00	90	00
Casier à étiquettes, petit (chêne)	1	15	00	15	00
Chaises ordinaires	4	5	50	22	00
Composteur à billets	1	120	00	120	00
Ciseaux à mèche	1	2	50	2	50
Egouttoir	1	7	00	7	00
Entonnoir	1	0	71	0	71
Eponge	1	0	50	0	50
Fontaine-lavabo	1	7	50	7	50
Lanterne-marquise	1	17	00	17	00
Lanterne pour régulateur	1	35	00	35	00
Lanterne falot, hommes d'équipe	1	7	00	7	00
Lanterne à trois feux	1	13	00	13	00
Lampes modérateur	2	6	00	12	00
Lanterne simple applique	1	9	50	9	50
Lanterne d'allumage	1	7	00	7	00
Pelles à main	2	1	40	2	80
Presse à copier	1	22	50	22	50
Portefeuilles comptabilité	2	12	00	24	00
Pince plate	1	1	25	1	25
Plumeau	1	6	50	6	50
Pinceau de presse à copier	1	2	50	2	50
Pinceau à coller les étiquettes	1	1	50	1	50
Régulateur de station	1	375	00	375	00
Réservoir à huile de 50 kilog	1	24	75	24	75
Suspension de modérateur	1	3	75	3	75
Série de chiffres pour étiquettes bagages	1	24	33	24	33
Soufflet	1	3	00	3	00
Seau à charbon	1	4	80	4	80
Griffes : Barbezieux, Viville, Malaville	2	4	46	8	92
Griffes : religieux — indigent — autorisé — militaire — en gare — port payé — port dû — à domicile — remboursement — lettre de voiture — bagages — express	12	3	81	45	72
Tisonnier	1	1	50	1	50
Table de presse à copier	1	12	00	12	00
Tampon rond griffe	1	6	00	6	00
Total	»	»	»	1150	92
(La station de Malaville est du même type que celle de Viville, et le mobilier est exactement le même.)					
Outillage des gardes-barrières.					
Boîte à pétards	1	1	20	1	20
Balai de jonc	1	»	25	0	25
Bidon de 5 kilog	1	3	25	3	25
Burette de 1 kilog	1	1	50	1	50
Burette de passage à niveau	1	3	50	3	50
Borne d'appel	1	1	30	1	30
Drapeau vert	1	1	85	1	85
Drapeau rouge	1	1	60	1	60
Fourreau de cuir pour deux drapeaux	1	5	50	5	50
Lanterne simple applique	1	9	50	9	50
Lanterne à trois feux	1	13	00	13	00
Pétards	6	0	55	3	50
Total	»	»	»	45	75

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
Outillage d'une équipe de voie.		fr.	c.	fr.	c.
Anspect	1	24	00	24	00
Boites à pétards	2	1	20	2	40
Battes en fer	5	6	75	33	75
Brouette de terrassier	1	18	00	18	00
Burette de 1 kilog	1	1	50	1	50
Bidon de 5 kilog	1	3	25	3	25
Cornes d'appel	2	1	30	2	60
Ceinturon avec fourreau	1	8	80	8	80
Clefs ordinaires de voie	2	3	50	7	00
Clef anglaise	1	9	50	9	50
Ciseau à froid	2	1	25	2	50
Ciseau à mèche	1	2	50	2	50
Cordeau de 50 mètres	1	6	00	6	00
Burette de passage à niveau	1	3	50	3	50
Drapeau vert	1	1	85	1	85
Drapeau rouge	1	1	60	1	60
Décamètre à roulette	1	4	00	4	00
Etalon de vérification	1	9	00	9	00
Gabarit de sabotage	1	4	00	4	00
Gabarit de perçage	1	4	50	4	50
Gabarit d'écautement	1	3	00	3	00
Hampes de 2 mètres, avec drapeaux vert et rouge, ferrés aux deux bouts	2	4	00	8	00
Herminette	1	5	50	5	50
Jeu de nivelettes	1	24	00	24	00
Lanternes à trois feux	2	13	00	13	00
Larrys	1	295	00	295	00
Machine à percer	1	315	00	315	00
Marteau de poseur	1	4	00	4	00
Marteau-rivoir	1	3	25	3	25
Niveau à bulle d'air	1	4	25	4	25
Pétards	12	0	55	6	65
Pelles en fer	5	2	75	13	75
Pince à pied de biche	1	11	33	11	33
Pince à riper	4	11	00	44	00
Pioche	1	6	00	6	00
Râteau à 14 dents	1	4	50	4	50
Raclette de $0^{m},35$	1	3	25	3	25
Règle de dévers	1	21	00	21	00
Tarières	2	2	25	4	50
Tranches à froid	2	5	50	11	00
Total	»	»	»	951	23
Outillage de l'entretien des bâtiments, et appareils de voie et signaux.					
(Cet outillage sera déposé dans chaque station sous la responsabilité du chef, mais appartient au service de la voie.)					
Clef double de boulons de plaque, série, 1, 2, 3, 4	1	31	25	31	25
Clef de pivot de plaque	1	15	00	15	00
Clef de panneaux de plaque	1	5	00	5	00
Cric à noix de 6000 kil	1	125	00	125	00
Echelle de 6 mètres	1	32	00	32	00
Règle en bois de 5 p. plaques	1	2	00	2	00
Spatule pour nettoyage de plaques	1	2	00	2	00
Vilebrequin avec mèches et tourne-vis	1	4	50	4	50
Total	»	»	»	216	75
Outillage de la gare de Barbezieux.					
Appareil à chauffer l'eau	1	220	00	220	00
Balais d'aiguilleur	2	0	25	0	50
Boite à pétards	2	1	20	2	40
Burettes à long bec	2	1	50	3	00
Brouettes à bagages	1	30	00	30	00
A reporter	»	»	»	255	90

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
		fr.	c.	fr.	c.
Report....................	»	»	»	255	90
Burins en acier fondu....................	2	1	25	2	50
Brancard pour blessés....................	1	95	00	95	00
Bascule de 2000 kil....................	1	195	00	195	00
Bascule de 500 kil....................	1	110	00	110	00
Balance de 15 kil....................	1	28	21	28	00
Balance de 5 kil....................	1	21	50	21	50
Ceinturon plaques unies....................	1	6	00	6	00
Cornes d'appel....................	2	1	30	2	60
Crochets de chargeur....................	2	2	00	4	00
Cales de wagons....................	20	0	60	12	00
Ciseau de menuisier....................	1	0	90	0	90
Clef de fourgon....................	1	1	10	1	10
Chariot de quai....................	1	185	00	185	00
Chevalet à scier le bois....................	1	5	00	5	00
Cloche à main....................	1	4	50	4	50
Chaufferettes....................	8	27	00	216	00
Clefs de chaufferettes....................	2	1	50	3	00
Drapeaux verts....................	2	1	85	3	70
Drapeaux rouges....................	2	1	60	3	20
Echelle simple, 3 mètres....................	1	13	50	13	50
Fourreaux en cuir pour 2 drapeaux....................	2	5	50	11	00
Grue fixe de 6000 kil....................	1	2700	00	2700	00
Gabarit de chargement....................	1	139	00	139	00
Hampes aux drapeaux vert et rouge....................	2	4	00	8	00
Marteaux à main....................	2	2	00	4	00
Pétards....................	12	0	55	6	65
Pelles de terrassiers....................	2	2	75	5	50
Pont de chargement p. bestiaux....................	1	105	00	105	00
Poulain de chargement de 2m,50....................	1	28	00	28	00
Pot à colle....................	1	1	25	1	25
Pince en fer (grande)....................	1	12	00	12	00
Pince en fer (petite)....................	1	7	00	7	00
Pioche....................	1	6	00	6	00
Pince à plomber....................	1	4	00	4	00
Pinces de contrôleur....................	2	4	75	9	50
Pont à bascule....................	1	1520	00	1520	00
Pompe à incendie avec accessoires....................	1	872	75	872	00
Râteau de 14 dents....................	1	4	50	4	50
Raclettes d'aiguilleur....................	2	1	75	3	50
Seaux en zinc....................	2	3	25	6	50
Sac de contrôleur....................	1	6	00	6	00
Tourne-vis....................	1	0	75	0	75
Tenailles....................	1	1	60	1	60
Signal à distance....................	1	»	»	»	»
Total..........	»	»	»	6630	90

Outillage de la station de Viville.

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
Balai d'aiguilleur....................	1	0	25	0	25
Boites à pétards....................	2	1	20	2	40
Burette à long bec....................	1	1	50	1	50
Brouette à bagages....................	1	30	00	30	00
Burin en acier fondu....................	1	1	25	1	25
Bascule de 500 kil....................	1	110	00	110	00
Balance de 5 kil....................	1	21	00	21	00
Ceinturon....................	1	3	30	3	30
Cornes d'appel....................	2	1	30	2	60
Crochet de chargeur....................	1	2	00	2	00
Cales de wagons....................	5	0	60	3	30
Ciseau de menuisier....................	1	0	90	0	90
Clef de fourgon....................	1	1	10	1	10
Chevalet à scier le bois....................	1	5	00	5	00
Cloche à main....................	1	4	50	4	50
Drapeaux verts....................	2	1	85	3	90
A reporter....................	»	»	»	192	90

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
		fr.	c.	fr.	c.
Report	»	»	»	192	90
Drapeaux rouges	2	1	60	3	20
Echelle simple, 3 mètres	1	13	50	13	50
Fourreaux en cuir p. 2 drapeaux	1	5	50	5	50
Gabarit de chargement	1	139	00	139	00
Hampes avec drapeaux vert et rouge	1	4	00	4	00
Marteau à main	1	2	00	2	00
Pétards	12	0	55	6	60
Pelle de terrassier	1	2	75	2	75
Poulain de chargement de 2m,50	1	28	00	28	00
Pot à colle	1	1	25	1	25
Pince en fer (petite)	1	7	00	7	00
Pioche	1	6	00	6	00
Pince à plomber	1	4	75	4	75
Râteau de 14 dents	1	4	50	4	50
Raclette d'aiguilleur	1	1	75	1	75
Seau en zinc	1	3	25	3	25
Tourne-vis	1	0	75	0	75
Tenailles	1	1	60	1	60
Total	»	»	»	428	40
(L'outillage de la station de Malaville est absolument le même que celui de la station de Viville.)					
Magasin général.					
Réservoir à huile de 200 kil	1	99	75	99	75
Bascule de 500 kil	1	110	00	110	00
Total	»	»	»	209	75
Outillage des chefs de train et gardes-freins.					
CHEFS DE TRAIN.					
Boîte à pétards	1	1	20	1	20
Boîte de secours	1	77	00	77	00
Cordeau de 80 mètres	1	8	00	8	00
Clef de fourgon	1	1	10	1	10
Drapeau rouge	1	1	60	1	60
Drapeau et douille verts	1	2	00	2	00
Lanterne à trois feux	1	13	00	13	00
Sifflet de poche	1	0	75	0	75
Seaux à incendie en toile (accessoires de la pompe)	4	»	»	»	»
Pétards	6	0	55	3	30
Prolonge à 2 crochets	1	56	00	56	00
Total	»	»	»	163	95
GARDES-FREINS.					
Boîte à pétards	1	1	20	1	20
Drapeau rouge	1	1	60	1	60
Lanterne, 3 feux	1	13	00	13	00
Pétards	1	0	55	3	30
Seau à graisse	1	4	50	4	50
Spatule à crochet	1	3	00	3	00
Bidon à huile de 5 kil	1	3	25	3	25
Burette de 1 kil	1	1	50	1	50
Spatule-grattoir	1	2	00	2	00
Total	»	»	»	33	35
Outillage des mécaniciens (Pour chaque machine).					
Balai de bouleau	1	0	25	0	25
Bidon de 5 kil	1	3	25	3	25
Bidon de 2 kil	1	2	00	2	00
Burette à long bec, inversable	1	1	75	1	75
Burette de 1 kil	1	1	50	1	50
A reporter	»	»	»	8	75

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
		fr.	c.	fr.	c.
Report	»	»	»	8	75
Burins	2	1	25	2	50
Boîte à pétards	1	1	20	1	20
Chasse-tampons	1	14	50	14	50
Casserole à suif	1	3	75	3	75
Cric de 2000 kil	1	95	00	95	00
Clef à douille	1	8	00	8	00
Clef à garniture	1	8	00	8	00
Clef à rochet	1	9	00	9	00
Clef anglaise	1	9	50	9	50
Chasse-clavettes	2	1	00	2	00
Chasse-goupilles	2	1	00	2	00
Crochet de garniture	1	0	85	0	85
Casse-coke	1	3	25	3	25
Chaîne d'attelage	1	55	00	55	00
Chaîne d'attelage	1	»	»	»	»
Cadenas	2	1	25	2	50
Drapeau rouge	1	1	60	1	60
Drapeau vert	1	1	85	1	85
Lance	1	7	50	7	50
Limes bâtardes	3	1	47	4	41
Lanterne pour niveau d'eau	1	12	00	12	00
Lanternes à trois feux	1	13	00	13	00
Masse en fer	1	6	40	6	40
Masse en cuivre	1	10	50	10	50
Pelle de foyer	1	8	00	8	00
Pique-feu	1	7	50	7	50
Pince en fer	1	13	00	13	00
Prolonge	1	56	00	56	00
Pince (petite)	1	7	00	7	00
Pétards	6	0	55	3	30
Raclette	1	6	50	6	50
Rivoir	1	3	25	3	25
Bédane	1	4	00	4	00
Rallonge pour clef	1	3	00	3	00
Série de clefs à fourche	1	9	00	9	00
Seaux en toile (accessoire de la pompe)	2	»	»	»	»
Seau à suif	1	4	50	4	50
Tringle à tubes	1	3	00	3	00
Tourne-vis	1	0	75	0	75
Tenaille	1	3	00	3	00
Tire-bourre, acier	1	0	75	0	75
Tampons en bois pour tubes	6	0	25	1	50
Tampons en fer	5	2	00	10	00
Tire-bagues	1	1	00	1	00
Verrins	1	245	00	245	00
Total	»	»	»	663	41
Outillage du dépôt de matériel.					
MATÉRIEL ROULANT					
Boîte contenant : boulons, écrous, goupilles, rondelles, vis à bois, vis de couvercles de boîte à graisse	1	36	00	36	00
Clef à fourche double	1	7	00	7	00
Clef anglaise	1	9	50	9	50
Cric pour lever les wagons, 4000 kil	1	110	00	110	00
Écriteaux de réforme	5	»	»	»	»
Marteau rivoir	1	3	25	3	25
MACHINES.					
Paniers à coke	12	6	00	72	00
Pelles à coke	4	8	00	32	00
Pelles à grille	3	12	00	36	00
Tringles à tubes (grandes)	2	3	00	6	00
Tringle à lavage en cuivre	1	6	00	6	00
Coins en fer	3	1	50	4	50
A reporter	»	»	»	327	25

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
		fr.	c.	fr.	c.
Report	»	»	»	327	25
Hache pour fendre le bois	1	3	50	3	50
Lanterne à main, falot	1	7	00	7	00
Masse en fer	1	6	40	6	40
Scie et chevalet	1	9	00	9	00
Cric de 4.000 kil.	1	140	00	140	00
Total	»	»	»	493	25
Outillage de l'atelier.					
Enclume	1	220	00	220	00
Forge fixe	1	240	00	240	00
Forge volante	1	110	00	110	00
Fraises	2	1	25	2	50
Machine à percer	1	315	00	315	00
Meule à repasser	1	110	00	110	00
Série de forets	1	1	25	1	25
Tour à fileter	1	1900	00	1900	00
Total	»	»	»	2898	75
Outillage pour un ajusteur.					
Acier fondu pour burins de 10, 15, 20 et 35 mill.	10	1	90	19	00
Acier fondu plat	5	1	90	9	50
Acier fondu rond	5	1	90	9	50
Burins en acier fondu	3	1	25	3	75
Bédanes en acier fondu	3	1	25	3	75
Burette à huile, long bec	1	2	25	2	25
Crochets de tourneur	3	2	25	6	75
Compas de 20 cent.	1	1	50	1	50
Compas d'épaisseur	1	1	75	1	75
Cliquet à percer	1	4	00	4	00
Conscience et archet	1	2	00	2	00
Clef anglaise	1	9	50	9	50
Équerre à chapeau	1	10	00	10	00
Étau	1	112	00	112	00
Établis de 2m,50, à deux tiroirs	1	52	00	52	00
Fil à plomb	1	3	50	3	50
Filière avec tarauds et coussinets 0, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 25, 28, 30 et 35 mill.	1	55	00	55	00
Limes allemandes de 1 au paquet	3	2	10	6	30
Limes allemandes de 2 au paquet	3	1	05	3	15
Limes bâtardes de 22, 28 et 35	6	1	47	8	82
Limes bâtardes demi-rondes	6	1	25	7	50
Limes bâtardes rondes	6	1	50	9	00
Limes bâtardes demi-rondes, 1 au paquet	3	2	10	6	30
Limes demi-rondes de 2 au paquet	3	1	05	3	15
Limes demi-rondes de 22, 28 et 35	3	1	25	3	75
Limes carrées d°	3	2	50	7	50
Limes tiers-point d°	3	0	50	1	50
Manches de limes	6	0	07	0	42
Maître de danse	1	1	50	1	50
Marteau-rivoir	1	3	25	3	25
Mordaches en plomb	1	4	00	4	00
Monture de scies à métaux avec trois lames	1	9	70	9	70
Mètre pliant en cuivre	1	0	45	0	45
Marbre d'ajusteur	1	45	00	45	00
Niveau à bulle d'air	1	9	00	9	00
Pointe à tracer	1	1	00	1	00
Pointeau	1	1	40	1	40
Pinces (grandes)	2	1	60	3	20
Pinces (petites)	1	0	90	0	90
Pied à coulisse	1	4	00	4	00
Règle en acier	1	20	00	20	00
Tourne-vis	1	0	75	0	75
A reporter	»	»	»	467	29

DÉSIGNATION DES OBJETS.	NOMBRE.	PRIX DE L'UNITÉ.		PRIX TOTAL.	
		fr.	c.	fr.	c.
Report	»	»	»	467	29
Trusquin	1	1	00	1	00
Tas à scier	1	30	00	30	00
Tourne-à-gauche	2	3	00	6	00
Total	»	»	»	504	29
Outils de forge.					
Compas droit	1	1	75	1	75
Compas droit d'épaisseur	1	2	00	2	00
Chasse-à-parer	1	9	00	9	00
Dégorgeoir	1	5	50	5	50
Equerre en fer	1	3	50	3	50
Marteau de devant	1	11	20	11	20
Marteau à main	1	4	50	4	50
Mattoir	1	1	25	1	25
Manches d'outils	6	0	40	2	40
Pelles à charbon	2	3	00	6	00
Poinçons 12, 15, 18, 20	2	4	50	9	00
Pointeaux	1	1	25	1	25
Tisonniers	2	1	25	2	50
Tenaille de forges	1	3	00	3	00
Tranche à chaud	1	5	50	5	50
Tranche à froid	1	5	50	5	50
Tas à refouler	1	25	00	25	00
Total	»	»	»	98	85
Outils à bois.					
Bédanes assortis	6	0	90	5	40
Biseaux de menuisiers assortis	6	0	90	5	40
Chasse-pointes	2	0	50	1	00
Gouges assorties	6	0	90	5	40
Guillaume	2	2	50	5	00
Jeu de chiffres et de lettres pour le numérotage des essieux et l'outillage	1	40	00	40	00
Pot à colle de menuisier	1	6	50	6	50
Plane	1	2	75	2	75
Râpes à bois et douces	6	1	00	6	00
Rabot	1	4	00	4	00
Scie allemande montée	1	4	40	4	40
Scie à chantourner	1	3	00	3	00
Scie à voleur	1	1	50	1	50
Serre-joints	2	5	50	11	00
Vilebrequin avec sa série de mèches à cueiller et anglaise.	1	6	15	6	15
Varlope	1	8	50	8	50
Trusquin	1	12	00	12	00
Total	»	»	»	128	00



NEUVIÈME SECTION

ENTRETIEN
DE LA VOIE, DES OUVRAGES D'ART
DES BATIMENTS ET DU MATÉRIEL

CHAPITRE I

ENTRETIEN DE LA VOIE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Une fois que le chemin de fer est terminé, et que la réception provisoire ou définitive en a été faite, avec ouverture au trafic, le service d'entretien commence et le personnel des travaux est supprimé, pour faire place au personnel de l'entretien de la voie et du matériel.

Les ingénieurs et les agents, conducteurs ou surveillants des travaux changent alors, en même temps, de titre, d'attributions et d'appointements.

Ceux qui ne veulent pas rester attachés au service de l'entretien ou de l'exploitation sont congédiés définitivement, et ceux qui, temporairement au moins, ou sur la demande des administrateurs, veulent continuer à s'occuper de l'avenir de la ligne et s'y faire une position stable, prennent en main telle ou telle partie du service, que l'on peut décomposer en trois spécialités principales :

1° La voie et les ouvrages d'art (plus les bâtiments) ;
2° Le matériel fixe ou roulant ;
3° Le service du mouvement et le service Commercial.

§ 1. — ENTRETIEN DE LA VOIE.

Pl. 44.

L'entretien de la voie se décompose naturellement en autant d'opérations que la construction de cette partie de la ligne comporte de fournitures différentes.

Le premier point est celui qui concerne le ballast, sur lequel les pluies, le vent et le passage des convois produisent des entraînements de matières et des déformations de diverses natures.

ENTRETIEN DU BALLAST.

Le ballast doit rester profilé en travers et dans le sens longitudinal, de manière à donner aux eaux un écoulement rapide. Il est important que ce profil, qui varie d'ailleurs avec la nature du ballast, soit rigoureusement conservé dans sa forme générale, ses talus entretenus avec soin, les portions qui s'éboulent relevées constamment, le ballast le plus gros recouvrant le menu pour empêcher le ravinement par les eaux ou l'enlèvement par le vent.

En Allemagne, les traverses de la voie Vignolles sont posées à fleur de la surface du ballast. Cette disposition conduit, dans les courbes de petit rayon, à relever notablement l'une des extrémités des traverses et, par suite, le ballast lui-même, au-dessus du plan général de la plate-forme, et à donner au ballast le profil voulu, qui est disposé pour écarter les eaux des extrémités des traverses et leur ménager un prompt écoulement.

Pour conserver au ballast la plus grande faculté d'absorber l'eau, il importe d'en écarter toute végétation, et, par conséquent, d'arracher immédiatement les plantes qui pourraient y avoir pris racine; les mêmes précautions s'appliquent aux banquettes de la plate-forme des terrassements.

La qualité du ballast a la plus grande influence sur les frais d'entretien de la voie, il faut donc, pour un ballast donné, rechercher la forme qui paraît le mieux appropriée à sa nature. Si l'on n'a pas obtenu tout d'abord un chemin suffisamment résistant, si les tentatives opérées en modifiant soit la forme des profils-types, soit la composition de la matière, n'ont pas rendu à la voie la stabilité voulue, il faut, sans hésiter, remplacer le ballast défectueux par un ballast de bonne qualité.

Nous ne devons cependant pas perdre de vue que ce remplacement constitue une dépense parfois considérable, et on doit la prévoir et l'éviter.

Le prix de revient du mètre cube de ballast renouvelé varie nécessairement avec la localité, le taux de la main-d'œuvre, la nature et la valeur du ballast, enfin la distance de transport. Le tableau suivant résume les frais, par mètre cube de ballast, afférents aux diverses opérations de ce renouvellement sur plusieurs sections d'une grande ligne en exploitation.

ACHAT de ballast.	Main-d'œuvre.	Fraction.	FRAIS généraux.	Totaux.	OBSERVATIONS.
fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
1.70	2.52	1.10 (2)	0.61	5.93	(1) Y compris l'enlèvement du mauvais ballast.
1.72	1.54	0.63 (3)	0.36	3.25	(2) 0 fr. 032 par k.
0.50	1.35	0.62	0.19	2.64	(3) 0 fr. 047 par k.
1.70	3.00	0.49 (5)	0.45	5.65	(4) Extrait d'une carrière appartenant au chemin de fer.
1.70	1.20	0.45 (6)	0.25	3.60	(5) 0 fr. 036 par k.
					(6) 0 fr. 023 par k.

ENTRETIEN DES TRAVERSES.

Après un laps de temps plus ou moins long, les traverses présentent des symptômes d'ébranlement ou de détérioration, sur lesquels le service d'entretien doit porter toute son attention.

L'ébranlement est facile à reconnaître d'après l'état désagrégé du ballast qui entoure la traverse; on y remédie en dégarnissant et en bourrant le ballast jusqu'à ce qu'elle ait repris une assiette convenable.

Les détériorations qui intéressent la sécurité sont : la courbure, l'écrasement, les fentes, la rupture transversale et la pourriture.

Les traverses elles-mêmes, qui sont posées normalement à l'axe, peuvent, quand elles se courbent, produire un rapprochement ou un écartement des rails.

L'écrasement du bois amène un résultat semblable. Si cette diminution ou cette augmentation de la largeur réglementaire de la voie dépasse de $0^m,02$ à $0^m,03$, il est indispensable de retirer les traverses affectées de ce défaut, et de les saboter à nouveau.

Lorsque les fentes passent par les attaches du rail, il faut immédiatement remplacer la traverse avariée par une traverse en bon état.

Il en sera de même pour les traverses pourries superficiellement. Lorsque la pourriture a réduit l'épaisseur du bon bois à moins de $0^m,10$ à $0^m,12$, il n'est pas prudent de

conserver dans les voies principales une pièce qui peut d'ailleurs trouver sur les voies de garage un emploi encore convenable.

Les traverses se déplacent quelquefois dans la direction de l'axe de la voie et dans le sens transversal. Ces deux modifications au plan de pose n'intéressent pas toujours la sécurité ; mais, lorsque le déplacement des traverses dans la direction de l'axe de la voie se fait inégalement sur les deux extrémités des traverses, il peut produire un rapprochement des rails ; il faut parer sans retard à cette défectuosité en redressant les traverses obliques.

Les traverses déplacées dans le sens transversal doivent être ramenées dans la position voulue en employant le levier, et en bourrant très-énergiquement le ballast vers l'extrémité de la traverse qui tend à sortir de l'alignement.

Pour s'opposer à ce déplacement, quelques ouvriers se servent, surtout dans les courbes de petit rayon, de piquets en bois enfoncés verticalement dans la plate-forme, à l'extrémité des traverses qui ont une tendance à glisser. Cette pratique ne doit être tolérée qu'à titre provisoire, car le déplacement en question étant un indice de pose défectueuse, il faudrait, s'il persistait, faire une révision minutieuse des profils en tous sens, et ramener la voie dans sa position normale par un remaniement complet.

C'est principalement sur les traverses de joint que le service de l'entretien doit porter son attention. Quand les voies ne sont pas éclissées, les traverses de joint se renversent en tournant autour de leur axe longitudinal ; elles prennent ainsi du dévers, et les extrémités des rails désaffleurent. Il faut redresser ces traverses par un bourrage plus serré du côté qui tend à plonger ; malgré le soin apporté à ce travail, l'effet ne tarde pas à se produire et les rails à se désaffleurer ; on retrouve ainsi à tous les joints de la ligne une cause permanente de destruction de la voie ainsi que du matériel roulant, et de malaise pour les voyageurs.

Quand la voie est éclissée, le dévers ne se produit plus, mais la traverse de joint est en quelque sorte suspendue dans le ballast désagrégé. L'assemblage des abouts des rails est soumis à des efforts anormaux qui se traduisent par une fatigue excessive de l'éclissage. Les signes extérieurs de ces efforts sont des traces d'oxydation sur les rails, aux extrémités des éclisses. Pour y remédier, on tiendra le bourrage des joints plus roide que celui des autres traverses. Cette recommandation est d'autant plus importante que les joints forment généralement des points bas en raison de la fatigue qu'ils éprouvent, et que ces points bas attirent les eaux, dont la présence altère l'assiette de la voie.

C'est surtout avant l'entrée de l'hiver que le règlement du profil du ballast et le bourrage des traverses doivent être exécutés avec le plus de soin, de manière à présenter le moins de défectuosités possible lors de l'arrivée des gelées ou des changements notables de température.

Nonobstant ces précautions, si des tassements sérieux se présentent et nécessitent le relevage des traverses gelées, on peut maintenir le niveau de la voie au moyen de cales en bois ; mais il est bien entendu que ce palliatif disparaîtra dès que les circonstances atmosphériques permettront de réparer la voie par les moyens ordinaires.

§ 2. — ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ART.

ENTRETIEN DES OUVRAGES EN BOIS.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, l'emploi du bois dans les ouvrages d'art ne peut être admis qu'à titre provisoire, et comme tel, sous la condition qu'on pourra, sans difficultés, lui substituer la pierre, le fer ou la fonte. Néanmoins il y a lieu de conserver les ouvrages exécutés en bois, aussi longtemps que la sécurité et l'économie le permettent.

L'entretien consiste à tenir constamment serrés les boulons et écrous d'assemblage, à donner aux cales, clefs et fers de tirage une tension convenable. Les agents chargés de la surveillance s'assureront souvent, par des sondages, de l'état intérieur des pièces de charpente ; l'aspect seul faisant supposer que les bois sont encore en mesure de résister aux

efforts pour lesquels ils ont été calculés, tandis que l'intérieur peut avoir éprouvé des avaries telles, que le bois se trouve souvent réduit à l'état d'éponge entourée d'une croûte. On veillera aussi avec soin à ce que les joints soient en contact parfait et le jeu des pièces réduit au minimum. En interposant entre les faces de joint des assemblages des plaques de zinc qui s'opposent à la pénétration des bois, on augmente notablement la durée de l'ouvrage.

Il faut aussi s'assurer fréquemment que les fermes qui constituent l'ensemble d'un ouvrage, sont toujours dans le plan de pose primitif.

Quand les bois, dans leur ensemble, sont en bon état, on prolonge la durée de l'ouvrage en entretenant convenablement la peinture qui les protége contre les actions atmosphériques.

On donne principalement ces soins aux abouts des pièces qui se trouvent exposées aux influences extérieures, et afin d'empêcher l'humidité d'y pénétrer, on les recouvre de plaquettes de bois, de zinc ou de couches épaisses de goudron.

Pour les ponts en bois recouverts de ballast on donnera aux eaux de la plate-forme un écoulement constant et rapide.

Quand ils ne sont point ballastés, les ponts en bois courent le danger d'être incendiés au passage de chaque train. On doit pour cette raison les protéger par des couches de gravier et, en tous cas, les faire surveiller d'une manière toute spéciale.

Lors des grandes crues, des débâcles, on établit en surveillance permanente auprès des ponts, des gardes chargés de donner immédiatement connaissance de tous les incidents, de débarrasser les palées des encombrements de glaces ou autre objets qui pourraient entraver l'écoulement des eaux.

ENTRETIEN DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE.

L'entretien des ouvrages d'art, en général, doit avoir pour but de conserver leurs formes primitives, et les matériaux employés à leur construction, s'ils remplissent les conditions requises.

Il faut donc remplacer, en temps opportun, les parties avariées ou présentant des dangers pour la sécurité de l'ouvrage. On évite de grandes réparations quand on a soin de refaire les joints et les enduits qui sont tombés sous les diverses causes de destruction auxquelles ils sont soumis.

On surveille très-attentivement les abords des ouvrages, et on prend toutes les mesures nécessaires afin d'assurer aux eaux de la plate-forme ou du sol les moyens d'écoulement suffisants, et d'éviter par là qu'il ne se produise des affouillements ou des ramollissements de terrain qui peuvent occasionner des glissements ou des tassements sérieux.

Après les grandes pluies, les hautes eaux et les débâcles, les ponts et tous les ouvrages d'art en contact avec les eaux doivent être inspectés scrupuleusement dans tous leurs détails, particulièrement les barbacanes, les chapes, piles, culées, radiers, enrochements, etc.

Tout dommage qui serait constaté doit faire l'objet d'un rapport immédiat, afin que l'ingénieur chargé du service des travaux puisse aviser aux moyens propres à arrêter le mal et à réparer les avaries en temps convenable.

Les ouvrages en rivières dont le sol est affouillable exigent une surveillance active, les enrochements disposés au pied des piles et culées seront fréquemment examinés, sondés et nourris pour maintenir leur forme suivant le profil adopté.

Quand les fondations sont corrodées et demandent une réparation, il faut les reprendre en sous-œuvre, de manière à ne pas compromettre la solidité de l'ouvrage. L'opération s'effectue généralement par fraction de mur de 1 mètre à $1^m,50$, en ayant soin d'employer, à la réparation, des pierres ou briques d'une résistance convenable, des mortiers faisant rapidement prise, et enfonçant de force les pierres de la dernière assise réparée pour éviter tout tassement dangereux.

Lors de l'exécution de ces travaux, on consultera avec fruit les plans et carnets d'attachement qui ont été tenus pendant la construction primitive de l'ouvrage à réparer.

ENTRETIEN DES OUVRAGES EN FER.

Les ponts métalliques, moins susceptibles que les autres ouvrages d'art de subir les influences atmosphériques ordinaires, exigent néanmoins du service de la voie une surveillance active. C'est surtout par les temps froids, pendant et après des gelées persistantes, que les parties les plus faibles se rompent ou se détériorent. On redoublera donc, à cette époque de l'année, de soin dans la visite des assemblages, des rivets, boulons, tirants, etc.

On observera très-attentivement et en toute saison les effets de la contraction et de la dilatation des poutres; on facilitera le glissement des pièces sur les appuis en lubréfiant les surfaces de contact, en dégageant tout ce qui pourrait nuire au libre mouvement des pièces soumises aux variations de température.

On vérifiera fréquemment tous les assemblages en les frappant légèrement avec un marteau; quand le son n'est pas clair, c'est une preuve que les joints ne sont pas en bon état et qu'il y a lieu de les resserrer. En effet, les assemblages devant être étudiés pour que les rivets ne travaillent pas au cisaillement, mais déterminent entre les parties assemblées un frottement produit par le serrage des têtes, si ces rivets ne travaillaient plus dans ce sens, c'est-à-dire étaient soumis au cisaillement par suite de leur allongement, les conditions de résistance seraient modifiées au détriment de la solidité de l'ouvrage; aussi faut-il remplacer, sans retard, les rivets dont le serrage n'est pas complet et ceux dont la tête présenterait des fentes, criques ou éclats.

Si, en remplaçant un rivet, on remarque une excentricité dans les trous des diverses pièces assemblées, il faut la faire disparaître à l'équarrissoire, de manière que le nouveau rivet conserve une section uniforme et cylindrique dans toute sa longueur. Les rivets doivent être posés au rouge-blanc, et les rivures faites à la bouterolle, avec un marteau à devant d'un poids de 9 kilogrammes au moins.

Les fers et fontes doivent recevoir trois couches de peinture à l'huile du ton que l'on veut donner à l'ouvrage. En général on donnera la préférence à la couleur gris clair, car les fissures et autres avaries survenues à la partie métallique du pont se traduisent rapiment par une ligne ou surface de couleur brune très-tranchante sur le ton général.

REMPLACEMENT DES OUVRAGES D'ART.

L'exploitation des chemins de fer offre de fréquents exemples de substitution d'un ouvrage à un autre, dont les dimensions ou les matériaux ne répondent plus aux besoins du moment; du remplacement d'un pont en bois par un pont en fer, ou de l'établissement d'un pont ou viaduc en un point où il n'en existait pas encore.

Ces travaux doivent être exécutés sans compromettre en rien la circulation sur la ligne. Le remplacement d'un ouvrage en bois par une construction en pierre ou métallique est le cas le plus fréquent.

S'il s'agit d'un pont en dessus des rails, il suffira de prendre des précautions pour que les échafaudages et dispositions adoptés remplissent parfaitement les conditions de securité à l'égard du public, des ouvriers et des trains.

Quand on doit construire ou remplacer un ouvrage en dessous des rails sans arrêter le mouvement des trains, la question est un peu plus compliquée : si c'est un pont à deux voies, on fait en sorte de supprimer la circulation sur l'une des voies, et le travail s'exécute à l'emplacement de la voie supprimée dans les conditions ordinaires, mais en ayant grand soin de blinder et étrésillonner très-soigneusement toutes les parties avoisinant l'ouvrage qui pourraient être ébranlées par le passage des véhicules.

Dans le cas où la circulation est maintenue sur les deux voies, il faut relever celles-ci d'une quantité suffisante pour pouvoir les soutenir par des supports en bois solidement étançonnés et contreventés. On raccorde la partie relevée des voies avec celles qui sont

conservées au moyen de pentes et contre-pentes. De plus et pendant tout le temps de la construction, des *signaux de ralentissement* sont faits à tous les trains en passage.

CONSTRUCTIONS EN DESSOUS DES VOIES EN EXPLOITATION.

On est souvent obligé de construire un pont ou un viaduc dans un remblai sous un chemin de fer en exploitation. Ce cas s'est présenté, par exemple, au pont d'Asnières, au pont de Courbevoie, à Tagolsheim, ligne de Paris à Mulhouse, où l'on a dû exécuter quatre arches de décharge en maçonnerie de 4 mètres d'ouverture dans un remblai de 5^{m},60 de hauteur.

Voici la marche suivie par exemple dans ce dernier cas.

1re *Période.* — Fouille d'une partie de la coupure du remblai du côté droit ; emploi de ces déblais à élargir la plate-forme sur le côté gauche pour permettre le déplacement de la voie montante. Les fouilles ont lieu simultanément pour les quatre arches.

2e *Période.* — Ripage de la voie montante, continuation des déblais de la coupure et commencement des maçonneries.

3e *Période.* — Construction du deuxième anneau et blindage de la fouille. Pendant la construction du deuxième anneau de la première arche, on commence le premier anneau de la deuxième, et ainsi de suite.

4e *Période.* — Rétablissement de la circulation sur la voie descendante, lorsque les quatre arches ont atteint le degré d'avancement indiqué; suppression de la voie montante et achèvement de la maçonnerie du côté gauche.

Ce système conduit à un étayement difficile et coûteux. Le mode d'exécution des maçonneries en plusieurs portions nuit à leur solidité et cause à l'entreprise beaucoup de faux frais. Il paraît donc préférable d'employer, comme on l'a fait quelquefois, un pont de service simple, permettant d'exécuter les travaux dans les conditions ordinaires, sans rien changer au service des trains et sans danger pour les voyageurs ou les ouvriers.

Pour tout ce qui concerne le service de l'Entretien et de l'Exploitation, nous recommandons à nos lecteurs l'excellent Traité que M. GOSCHLER a publié sous ce titre.

§ 3. — PRÉPARATION DES BOIS POUR TRAVERSES, etc.

PROCÉDÉS EXPÉRIMENTÉS.

Divers procédés ont été expérimentés par les Compagnies de chemins de fer, pour prolonger la durée des traverses.

Le *premier* date de 1846 ; il consistait en une peinture à la glu marine : appliqué à 120,000 traverses, ce procédé n'a pas donné de résultat satisfaisant, car on emprisonne évidemment les germes de destruction intérieurs sous la surface revêtue.

Le *second* date de la ligne de Calais et de Dunkerque, et de Creil à Saint-Quentin. Les traverses étaient trempées dans un bain de sulfate de cuivre à la température de 70°. Ce procédé a dû être également abandonné, les bois étant détériorés, à peu de chose près, aussi rapidement que s'ils n'eussent subi aucune préparation. (Même motif, et en outre, délavage du sel à la surface.)

Le *troisième*, désigné sous le nom de PAYN, a été expérimenté vers la même époque, concurremment avec le précédent, pour une partie des traverses nécessaires à l'établissement de la ligne de Creil à Saint-Quentin. Il consiste à injecter dans le bois, à l'aide de l'appareil Bethell, deux solutions successives, l'une de sulfure de baryum, et l'autre de sulfate de fer. Ce procédé, appliqué avec soin, présentait quelques avantages sur les deux premiers, mais il est très-coûteux.

Quatrième procédé. — Un peu plus tard, les traverses du SYSTÈME POUILLET, employées sur une partie de la ligne de Saint-Quentin à Erquelines, ont été préalablement enduites d'un composé de *goudron*, de *poix-résine* et d'*essence de térébenthine* (toujours la surface).

Le *cinquième procédé*, celui de M. BETHELL, qui consiste en une injection de créosote

brute (produit de la distillation du goudron des usines à gaz) dans le tissu ligneux, par une pression en vase clos, après l'expulsion de l'air, a été employé à La Chapelle pendant les années 1855, 1856 et 1857, pour la préparation d'environ 100,000 traverses Pouillet.

Le *sixième*, imaginé par le docteur Boucherie, consiste à remplacer la séve, qui est pour les bois abattus une cause de destruction, par un liquide conservateur, le sulfate de cuivre.

Ce système, qui attaque le mal dans sa source, est évidemment plus efficace que les précédents.

Le *septième*, ou PROCÉDÉ LÉGÉ, tient à la fois de la méthode Bethell par l'appareil d'introduction.

L'application du procédé Boucherie a été faite sur une grande échelle par la Compagnie du Nord ; cet exemple a été depuis suivi par d'autres Compagnies de chemins de fer. Nous nous attacherons donc, tout particulièrement, à ce mode de préparation et nous dirons ensuite quelques mots sur le procédé Légé.

PROCÉDÉ BOUCHERIE.

Installation du chantier de préparation. — Le terrain choisi pour l'installation d'un chantier de préparation doit être disposé suivant une pente régulière de trois à quatre millimètres par mètre, suivant laquelle sont établies parallèlement deux rigoles en bois, adossées extérieurement à deux longrines destinées à supporter par leurs extrémités les billes à injecter.

Ces rigoles communiquent, au moyen de l'inclinaison du chantier, à un réservoir commun placé au point le plus bas ; elles doivent être écartées l'une de l'autre de $5^m,10$ à $5^m,20$, distance correspondante à la longueur des billes mises en préparation.

Au-dessus du réservoir commun, à une hauteur de 8 à 10 mètres, est installée une autre cuve dans la partie inférieure de laquelle est fixée une conduite en plomb qui amène, dès qu'on ouvre un robinet, le liquide conservateur entre les deux rigoles précitées. Cette conduite a des prises ménagées de $0^m,80$ en $0^m,80$, correspondant à l'espacement qu'il doit y avoir entre les axes des billes consécutives. La capacité des cuves supérieure et inférieure est naturellement proportionnée au nombre de pièces à injecter en même temps.

Disposition des bois sur le chantier de préparation. — Le chantier ainsi établi, les bois destinés aux traverses de chemin de fer sont, autant que possible, coupés par billes de $5^m,10$ à $5^m,20$, ainsi qu'il a été dit plus haut, c'est-à-dire suivant une longueur égale à celle de deux traverses. Ces billes sont amenées et calées sur les longrines ou supports, de telle sorte que les extrémités de chacune d'elles soient placées immédiatement au-dessus des rigoles.

Ces dispositions étant prises, on fait, à la scie, perpendiculairement à l'axe des billes et dans le milieu de leur longueur, une section égale aux 9/10 environ de leur diamètre. Chacune des billes est alors soulevée par son milieu et, dans la section ainsi entr'ouverte, on introduit, tout à fait au bord, une corde de chanvre amincie par les deux bouts ; puis on laisse redescendre la bille qui, reposant exclusivement par ses deux extrémités sur les longrines contiguës aux rigoles, exerce par son propre poids une pression sur la corde et ferme hermétiquement la section, tout en laissant cependant, entre ses deux parois, un intervalle libre de plusieurs millimètres.

On pratique ensuite, à l'aide d'une tarière, sur le dessus de chaque bille et à 8 centimètres environ du trait de scie, un trou oblique qui va rejoindre la section transversale à 10 centimètres plus bas.

On introduit dans ce trou une robignole en bois ajustée à l'extrémité d'un tube en caoutchouc fixé lui-même au conduit principal placé, suivant l'axe du chantier, sur une rigole spéciale.

Injection. — On ouvre alors le robinet de la cuve supérieure, et l'infiltration commence simultanément dans chaque moitié des billes, en sens contraire. La séve s'écoule à chaque extrémité, poussée par le sulfate de cuivre, qui bientôt s'écoule à son tour, plus ou moins

affaibli. On laisse continuer cette infiltration durant quarante-huit heures environ, temps pendant lequel il a dû passer au travers du tissu ligneux un volume de liquide à peu près égal à trois fois le volume du bois.

Ce liquide mêlé de sève est amené, par les rigoles extrêmes, dans le réservoir commun placé en contre-bas du sol, pour être ensuite remonté, au moyen d'une pompe, dans la cuve supérieure, après une addition de sulfate de cuivre, destinée à rétablir le degré de la solution.

Les traverses cubant en moyenne $0^m,086$ peuvent contenir 75 grammes de sulfate.

Un stère de bois préparé peut fournir dix traverses. Une partie des déchets est utilisée pour la confection des clôtures des stations, et pour les piquets des clôtures ordinaires ou treillage.

Vérification de la préparation. — Le résultat de la préparation est constaté au moyen d'un réactif composé de 90 grammes de cyano-ferrure de potassium, dissous dans un litre d'eau, que l'on étend avec un pinceau sur la surface des traverses. Les pièces ne sont réputées bien préparées que lorsque le réactif donne une coloration rouge.

Dispositions spéciales aux billes de faibles longueurs. — Il arrive parfois que les billes à injecter n'ont que la longueur d'une traverse, c'est-à-dire $2^m,60$ environ. Dans ce cas, le trait de scie est remplacé par un plateau circulaire ou polygonal, au centre duquel s'engage un boulon fileté d'un pas de vis à bois. On pratique dans l'axe de la bille un trou de tarière, pour faciliter l'entrée de la vis, et, lorsqu'il ne reste plus entre le plateau et la bille qu'un intervalle d'un centimètre environ, on introduit tout autour une corde de chanvre de grosseur uniforme; puis on serre à l'aide du boulon, de manière à rendre étanche le joint circulaire.

Un trou oblique préalablement pratiqué, soit sur le dessus de la bille, soit au travers du plateau, permet d'introduire la dissolution de sulfate de cuivre de la même manière que dans la préparation des billes correspondant à la longueur de deux traverses.

Inconvénients des bois de fortes dimensions. — Lorsque les billes atteignent un certain diamètre, la préparation devient plus longue et plus difficile. Il arrive souvent qu'on est obligé de retourner les billes et de leur faire subir une dernière injection en sens inverse de la première. L'opération peut alors durer huit à dix jours, quelquefois plus; et cependant la quantité du liquide qui aura dû traverser le bois, ne dépassera pas plus de deux à trois fois le volume des billes.

La double opération est aussi nécessaire quand les fibres du bois sont serrées et que, par cela même, le liquide ne peut passer que difficilement.

La densité du bois étant plus grande au centre qu'au pourtour, et cette différence étant d'autant plus sensible que les billes sont plus grosses, on conçoit en effet que le passage du liquide conservateur éprouve une résistance de plus en plus grande au fur et à mesure que le diamètre augmente. L'infiltration ne s'effectuant alors que très-lentement, la quantité de liquide écoulée sera relativement moins considérable que dans la préparation des billes de grosseur ordinaire, c'est-à-dire de $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre.

En thèse générale, les pièces de bois se préparent d'autant plus vite qu'elles ont moins de longueur et que le liquide y arrive sous une plus forte pression. On estime que la vitesse du liquide à travers le bois est en raison inverse du carré de la longueur de la bille. Cette formule n'a du reste rien d'absolu; elle doit évidemment varier suivant la grosseur des billes et la texture des tissus ligneux.

Essences des bois préparés. — Les bois préparés d'après le procédé Boucherie et qui ont été employés sur le réseau du Nord sont d'essence de hêtre, de charme, de bouleau et de pin, mais principalement des deux premières, que l'on trouve plus facilement et en plus grandes quantités dans un certain rayon de chemin de fer, et qui d'ailleurs sont plus propres, en raison de leur dureté, à résister sous les coussinets et sous les rails.

Prix de revient. — Le prix de revient de la préparation est de 14 à 15 francs par mètre cube de bois, pouvant produire dix traverses; soit pour une traverse $1^f,40$ à $1^f,50$ cent.

Un kilomètre de simple voie exigeant 1167 traverses (7 traverses par longueur de rail

de 6 mètres), la dépense occasionnée par l'emploi du moyen de conservation peut donc être évaluée à 1,700 francs environ par kilomètre de simple voie.

Il y a lieu de remarquer, toutefois, que cette dépense ne constitue pas une augmentation sur le prix des traverses en chêne. La Compagnie du Nord paye en effet, dans les deux cas, les traverses 6 francs pièce, rendues sur les principaux dépôts.

La préparation permet ainsi d'admettre des bois d'essences tendres qui seraient certainement délaissés, si l'on n'était parvenu à les préserver d'une prompte décomposition.

Nombre des traverses exploitées. — Le nombre de traverses préparées par le procédé Boucherie et employées par la Compagnie du Nord, depuis 1846 jusqu'au 31 décembre 1857, a été d'environ..............................	710,000
Celui des traverses fournies ou à fournir, par suite des marchés passés en vue de la substitution de la ligne d'Amiens à Boulogne et de la construction des lignes concédées par le décret du 26 juin 1857, peut être évalué à environ.	600,000
Total............	1,310,000

Résultat des expériences. — L'efficacité du procédé Boucherie a pu être constatée d'une manière complète en 1857, lors de la consolidation des voies de la ligne de Creil à Saint-Quentin. Cette consolidation, qui consistait dans l'éclissage des rails et l'addition d'un nouveau support par longueur de rail de $4^m,50$ ou 5 mètres, a permis de visiter avec soin toutes les traverses préparées, et on a reconnu que, lorsque la préparation était complète, les bois n'avaient subi aucune altération.

Un grand nombre de traverses incomplétement préparées ont dû être, il est vrai, remplacées. Ces faits semblent attester, d'une part, l'inexpérience des agents, et d'autre part, l'imperfection des procédés et des moyens de vérification employés à l'époque des premières livraisons.

Procédé Légé et Fleury.

Description des appareils. — Par ce procédé, différent de ceux qui ont été pratiqués pour la préparation au sulfate de cuivre, les bois sont traités en vase clos, en faisant successivement agir le vide et une forte pression mécanique.

L'appareil de MM. Légé et Fleury se compose :

1° D'un cylindre en cuivre de 12 mètres de longueur et de $1^m,60$ de diamètre, terminé à un bout par une calotte sphérique rivée au corps du cylindre, et à l'autre bout par une cornière contre laquelle vient se fixer, par des mâchoires à vis de pression, un fond légèrement bombé ;

2° De chariots roulants avec essieux et roues en cuivre, sur lesquels on charge les bois à préparer ;

3° D'une locomobile de la force de dix à douze chevaux, servant de générateur pour la vapeur qui doit être injectée dans le cylindre, et de moteur pour les pompes à air et à injection.

Courant de vapeur. — Quand le cylindre est chargé de bois, et le couvercle hermétiquement fermé, on fait passer un courant de vapeur pour échauffer le bois et chasser l'air renfermé dans l'appareil. La vapeur traverse, en sortant du cylindre, un serpentin plongé dans la cuve et échauffe la dissolution du sulfate de cuivre. Cette partie de l'opération dure environ quinze minutes.

Dès que la vapeur sort sans entraîner des matières étrangères, on ferme les robinets, et on met le cylindre en communication avec un condenseur dans lequel on fait arriver un courant d'eau froide qu'on évacue avec une des pompes à air placées sur la locomobile ; puis on fait le vide à la pression de $0^m,05$ et $0^m,06$ de mercure, et on le maintient pendant un quart d'heure environ.

Introduction de la dissolution. — C'est alors qu'on ouvre le robinet de la conduite qui fait communiquer le cylindre avec la dissolution de sulfate de cuivre.

Cette dissolution contient deux kilogrammes de sulfate de cuivre pour 100 litres d'eau ;

elle est à une température de 40 à 45 degrés centigrades; elle est d'abord introduite naturellement dans le cylindre, dont on complète le remplissage par une pompe foulante qui élève et maintient la pression à douze atmosphères.

Cette partie de l'opération dure une demi-heure environ; il ne reste plus ensuite qu'à ouvrir le cylindre pour retirer les chariots.

Il résulte des expériences qui ont été faites pour constater les quantités de liquide introduites dans les bois de différentes natures, que l'augmentation du poids par kilogramme de bois a varié entre $0^k,83$ pour le charme, et $0^k,21$ pour le chêne.

On a également reconnu qu'après l'injection de la vapeur d'eau, le bois destiné à être préparé n'avait subi qu'une augmentation de poids de 2.4 p. 100. Cette faible quantité ne peut influer d'une manière sensible sur les augmentations de poids attribuées, dans les tableaux d'expériences, à la dissolution du sulfate de cuivre.

Opinion de M. de Hennezel, ingénieur en chef des mines, sur ce mode de préparation. — Les principaux avantages que présenterait le procédé de MM. Légé et Fleury sont résumés dans le rapport de M. de Hennezel, qui a fait dans le département de la Sarthe de nombreuses et intéressantes expériences sur ce mode de préparation :

1° Il produit une pénétration plus complète que le procédé Boucherie, où la dissolution est employée sous une faible pression et à froid.

2° Il permet de préparer les bois très-rapidement en toute saison et longtemps après l'abatage; d'où résultent des facilités et de l'économie pour des livraisons importantes ou régulières; tandis que la filtration par déplacement ne peut avoir lieu qu'à une époque très-rapprochée.

3° Il s'applique aussi bien aux bois débités qu'aux bois en grume. Outre que ce mode d'opérer est plus efficace, il fait économiser la préparation de la notable proportion de bois (au moins un quart du volume) que l'équarrissage et la façon font passer dans les déchets, ainsi que certaines pièces saines à l'extérieur et que des défauts intérieurs font rejeter lorsque le débitage les a mis à nu.

Il fait éviter la difficulté, et par conséquent l'augmentation de dépense, que présente le bois préparé et la prompte destruction d'outils que ce travail occasionne. Il convient à la préparation des bois destinés aux usages les plus variés et pour lesquels le procédé de M. Boucherie n'est pas ou n'est que très-difficilement applicable : tels sont les bois de charpente de toute espèce, les bois des mines, certains bois de menuiserie, les pieux, les parquets de toute forme, etc.

4° Au moyen des dispositions adoptées par MM. Légé et Fleury, leur procédé, comparé à celui de M. Boucherie, donne une économie de plus de 40 p. 100.

Opinion de M. Vésignié, ingénieur de la marine. — Dans un rapport adressé à son administration, M. Vésignié, ingénieur de la marine, a ainsi résumé les résultats généraux de ses expériences.

Dans tous les bois, quelle que soit leur nature, l'aubier est injecté d'une manière complète; les entre-écorces, les parties mortes ou desséchées sur pied, en un mot, toutes les parties dans lesquelles la sève avait cessé de circuler, résistent à l'injection d'une manière absolue.

Les parties échauffées ou gâtées s'imprègnent d'une plus grande quantité de liquide que le bon bois.

Les bois de coupe fraîche, ou plus généralement les bois humides, que cette humidité provienne des liquides séveux ou des causes étrangères à la végétation, absorbent beaucoup moins de liqueur, par mètre cube, que les bois secs; l'injection y est toujours incomplète et très-irrégulière.

Enfin la liqueur ne pénètre guère qu'en suivant le fil du bois, et ne pénètre jamais transversalement d'une couche annuelle à sa voisine, si ce n'est dans les couches d'aubier les plus tendres.

Prix de revient. — D'après M. Vésignié, les dépenses de préparation par le procédé Légé et Fleury pourraient être évaluées de la manière suivante :

12 hommes à la charge et à la décharge, injectant par jour 60 mètres cubes de bois (environ 700 traverses), payés à raison de 3 fr. l'un	36
1 chauffeur	5
1 chef de chantier	6
Chauffage et entretien de la machine	25
Sulfate de cuivre, 360 kilogrammes (6 kilogrammes par mètre cube) à 1 fr. 30 le kilogramme	434
Amortissement en dix ans, à 5 p. 100, d'une somme de 60,000 fr. représentant la valeur des appareils	23
Total....	529 fr.

Soit, par mètre cube, 8 fr. 71, ou en nombre rond 9 francs, et par traverse 0 fr. 77, d'où résulterait une économie de près de 50 p. 100 sur le procédé Boucherie.

Sans discuter autrement la valeur du procédé de MM. Légé et Fleury, nous pensons qu'on a pu exagérer les avantages qu'il présente sur le procédé de M. Boucherie.

Il est vrai que l'injection en vase clos est beaucoup plus expéditive et qu'elle peut s'appliquer en toute saison et à des bois abattus depuis longtemps; mais il ne faut pas perdre de vue que les appareils nécessaires à la préparation par simple déplacement sont peu dispendieux ; que l'on peut, par suite, moyennant une somme relativement faible, agrandir les chantiers, ou en installer de nouveaux, soit dans la forêt, soit sur un point voisin, et préparer ainsi les bois au fur et à mesure de l'abatage ; tandis que par le procédé Légé et Fleury, l'injection est toujours incomplète et très-irrégulière, lorsqu'elle s'applique à des bois humides ou de coupe fraîche.

Nous croyons aussi que le débit des billes, après l'injection, n'exerce pas sur les scies et autres outils une action destructive sensiblement plus grande que s'il avait lieu avant l'injection, et qu'il n'y a pas à en tenir compte.

L'objection relative aux déchets perd de son importance, si l'on considère que les Compagnies de chemin de fer, et notamment celle du Nord, acceptent des traverses demi-rondes. D'ailleurs, si la destination des bois rend l'équarrissage nécessaire, il est toujours facile d'utiliser, en confection de coins ou de piquets de clôtures, les déchets provenant de cet équarrissage.

Le débit des bois, après l'injection, exonère les Compagnies de toute surveillance ; il permet aux agents réceptionnaires de s'assurer si la pénétration est complète. Il n'en est pas de même du procédé Légé, qui met les Compagnies dans la nécessité de faire surveiller très-activement les dosages et les diverses phases de chaque opération, et d'imposer en outre aux préparateurs cette condition, que, dans chaque opération, il sera introduit au moins deux pièces de bois, l'une de longueur double et l'autre d'épaisseur double des autres, pour que l'on puisse, par le sciage, s'assurer si l'imprégnation ne laisse rien à désirer.

Comparaison entre les prix. — La comparaison des prix de revient des deux modes de préparation accorde au procédé Légé une économie qui, selon nous, ne doit être admise qu'avec réserve. Il y a lieu de remarquer, en effet, que le chiffre de 15 francs, représentant le prix de la préparation Boucherie, comprend le droit de brevet. Si nos renseignements sont exacts, ce droit serait de 3 fr. par mètre cube.

Dans le sous-détail de la préparation Légé, il n'a pas été fait mention d'une subvention analogue qui devra, le plus généralement, être ajoutée au prix de 9 fr. indiqué par M. l'ingénieur Vésignié.

Il paraît donc certain que la différence qui existe entre les dépenses afférentes à chacune des deux préparations est beaucoup moins grande qu'on ne l'avait d'abord supposé.

Cette opinion serait d'ailleurs justifiée par deux commandes faites tout récemment par la Compagnie du Nord à M. Tattegrain, à Amiens, qui a installé un chantier pour l'application du procédé Légé, et qui, malgré l'intérêt évident qu'il avait à faire adopter ce mode de préparation, n'a pu s'engager à fournir des bois à un prix inférieur à celui demandé par les concessionnaires du procédé Boucherie.

La première de ces commandes était de 50 mètres cubes de bois de grandes dimensions, pour changements et croisements de voies, à raison de 90 fr. le mètre cube.

La seconde est de 10,000 traverses à fournir au prix de 5 fr. 70 pièce, prises à Amiens.

Détérioration des traverses par suite du contact des fers. — Nous compléterons nos observations sur la préparation et l'emploi des bois préparés, en signalant une remarque qui a été faite par les agents du service d'entretien : on a constaté que des traverses préparées au sulfate de cuivre s'étaient détériorées à l'emplacement du sabotage, et que des remplacements avaient dû avoir lieu, bien que ces traverses ne fussent en service que depuis quelques années seulement.

Cette détérioration, qui se manifeste tout particulièrement sur les fibres du bois correspondant aux chevillettes et aux crampons, paraît devoir être attribuée au contact du fer avec la préparation.

Afin de remédier à cet inconvénient, la Compagnie a prescrit à tous les agents de n'employer, à l'avenir, aucune traverse en bois préparé sans qu'au préalable les entailles faites pour le sabotage, et plus spécialement encore les trous destinés à recevoir les chevillettes, tire-fonds ou crampons n'aient été goudronnés avec le plus grand soin. Ce goudronnage doit être fait, autant que possible, sur des surfaces sèches, et par conséquent quelque temps après l'entaille et le perçage.

Nous devons, en terminant, exprimer notre vive reconnaissance envers M. Alquié, ingénieur du matériel des voies du chemin de fer du Nord, qui a bien voulu mettre à notre disposition tous les documents qui nous étaient nécessaires, et remercier MM. Dutro et Daullé, conducteurs des ponts et chaussées attachés au service du contrôle, ainsi que M. Poulet, inspecteur du matériel des voies, qui, par leur concours, ont contribué à l'intérêt que peut présenter ce travail.

§ 4. — DE LA DURÉE DU MATÉRIEL DE LA VOIE.

La valeur kilométrique du matériel d'une voie ordinaire est actuellement d'environ	25.000 fr.
Celle du matériel usé est de	9.500
La différence du coût de la voie neuve et de celui de la voie hors de service, dont il y a lieu d'effectuer l'amortissement, est donc de	15.500 fr.

C'est-à-dire qu'étant donnée une voie qui devra être renouvelée au bout d'un certain nombre d'années exprimé par n, il faudra, à la fin de cette période, avoir reconstitué un capital de 15,500 fr. équivalant à la dépréciation de la voie. En admettant que cette reconstitution doit être faite au moyen d'une annuité a, M. Rancès a dressé le tableau que voici, en donnant à n des valeurs successives depuis 10 ans jusqu'à 25 ans et en capitalisant à 5 p. 100 par an.

La formule qui donne la valeur de a est

$$P = a\,(1+r)^{n-1} + a\,(1+r)^{n-2} + \ldots + a$$

$$\text{ou } P = a\,\frac{(1+r)^{n-1}}{r}\ \text{D ou } a = \frac{Pr}{(1+r)^{n-1}},$$

P étant le capital à amortir,

1° le taux de l'intérêt de 1 fr. par an et n le nombre d'années de la période.

NOMBRE d'années. n	VALEURS de l'annuité. a	NOMBRE d'années. n	VALEURS de l'annuité. a
	fr.		fr.
10	1,232.31	18	550.87
11	1,091.08	19	507.53
12	973.74	20	468.76
13	875.01	21	433.94
14	790.89	22	402.55
15	718.32	23	374 12
.16	655.16	24	338.30
17	599.84	25	324.65

RÉEMPLOI DES VIEILLES TRAVERSES.

Les traverses retirées, pour une cause quelconque, des voies en exploitation, peuvent être réemployées de nouveau si le bois en est sain, bien conservé; si, les parties pourries étant enlevées, les traverses conservent au moins les dimensions minima des traverses neuves les plus faibles; si enfin elles ne portent pas de fentes qui les rendraient impropres au service, malgré la consolidation qu'on pourrait y apporter au moyen des boulons. Quand elles réunissent toutes ces conditions, les vieilles traverses reçoivent, avant d'être resabotées, une première opération qui consiste à enlever le bois pourri sur toutes les faces, et à boucher complétement les anciens trous avec des chevilles en bon bois de chêne bien sec, préalablement trempées dans de l'huile ou du goudron.

On procède alors au sabotage de la même manière que pour les traverses neuves, en ayant soin toutefois d'éviter que les nouveaux trous tombent dans l'emplacement des anciens, et en mettant le bois dur complétement à découvert sous la semelle des coussinets.

Si l'on emploie des chevillettes ayant déjà servi, on aura soin de rejeter toutes celles qui sont sensiblement usées au collet.

Les traverses sabotées sont remises en pilles mortes à la suite du chantier de travail, qui se trouve ainsi constamment placé entre la pile des traverses nues et celle des traverses armées.

Toutes les opérations de sabotage de chaque traverse sont effectuées simultanément, pour les deux extrémités, par deux hommes composant un atelier. Ces deux hommes, payés environ 3 francs par journée de dix heures, peuvent saboter quarante traverses, ce qui porte à 0f,15 le prix de revient du sabotage d'une traverse.

VALEUR D'UN KILOMÈTRE DE VOIE HORS DE SERVICE.

Rails	74 tonnes	à	100 fr.	7400f,00
Eclisses, boulons, chevillettes	5t,576	à	100	557 ,60
Coussinets	19t,656	à	80	1572 ,48
Traverses et coins	75 stères	à	3	225 ,00
			Total	9755 ,08

Soit, pour tenir compte de la diminution du poids résultant de l'usure ou des matériaux perdus dans le ballast, une somme de 9,500 francs environ.

§ 5. — TYPE D'ORDRE DE SERVICE

ET D'INSTRUCTIONS RÉGLANT LE TRAVAIL RELATIF A LA RÉFECTION DE LA VOIE.

ARTICLE 1er. — *Sections à renouveler et type du rail.* — Les sections de .... sont entrées dans la période de renouvellement. Les voies doivent être successivement renouvelées en rails de .... kilogrammes du type adopté par la Compagnie, avec éclisses.

Les rails ont .... de longueur, et on placera .... traverses par rail, espacées conformément au dessin.

Art. 2. — *Choix du chantier de Dépôt.* — Lorsqu'un renouvellement est décidé sur une partie de voie, le chef de section devra immédiatement et préalablement à tout travail, proposer une section située à proximité du travail de renouvellement et offrant un espace assez vaste pour en faire le dépôt des matériaux nécessaires.

Art. 3. — *Garde-chantier. — Attributions.* — Cette station déterminée, on y installera un garde-chantier, chargé de faire la réception des matériaux et d'en tenir la comptabilité générale, soit pour leur entrée, soit pour leur sortie. Cet agent sera, en outre, chargé de surveiller le sabotage des traverses et de tenir attachement de tous les travaux dont la surveillance lui sera donnée sur le chantier. Il devra en conséquence lui être remis pour la comptabilité matière des registres d'entrée et de sortie, modèles n^os^ .... et .... et pour la comptabilité des travaux, des rôles de journées et un carnet d'attachement.

Art. 4. — *Chef de transport. — Attributions.* — On choisira ensuite un bon chef de transport, qui sera chargé de faire la distribution des matériaux et le transport du ballast nécessaires à l'établissement des voies renouvelées.

Cet agent dirigera la marche de ces trains, sous sa responsabilité personnelle, et devra veiller à l'exécution des mesures prescrites par les règlements généraux, par l'ordre spécial de transport qui sera établi pour le transport de ce renouvellement, et par l'ordre général n° .... réglant l'exécution des travaux neufs et le transport des matériaux en date du ....

Ce chef de transport sera du reste sous les ordres d'un chef de section dont il relèvera complétement.

Art. 5. — *Distribution préalable des matériaux sur la partie à renouveler.* — Avant de commencer aucun travail de renouvellement on devra, au préalable, faire sur la partie à renouveler une distribution de matériaux, en rails, en traverses sabotées et en éclisses pour une longueur de .... mètres courants au moins de voie simple.

Le chef de transport veillera à ce que les matériaux soient déchargés avec soin sur les accotements ou dans l'entrevoie, de manière à ne pas gêner la circulation des trains et à ne pas embarrasser la partie du chemin de fer à renouveler, afin d'éviter de fausses manœuvres aux dégarnisseurs et aux renouveleurs.

Art. 6. — *Coupons de raccord pour le passage des trains.* — Les nouveaux rails à poser ont .... de longueur et ceux existant sur les sections à renouveler ont ...... de longueur, entremêlés indifféremment les uns à la suite des autres. Cet état de choses, et surtout les rails dont les nombres ne sont pas divisibles entre eux, nécessitent, pour ne pas faire de coupes sur place, la préparation d'un nombre suffisant de coupons de rails d'une longueur calculée, de manière à pouvoir fermer de suite les voies, sans perdre de temps.

Un tableau indiquant ces différentes longueurs de coupons sera remis au chef de l'équipe des renouveleurs, afin qu'il puisse voir d'un coup d'œil les rails qui lui sera possible d'enlever et de reposer pour opérer le raccordement de la voie neuve avec la voie ancienne, et assurer le passage des trains.

Art. 7. — *Personnel d'exécution.* — Le personnel destiné à opérer le renouvellement sera composé de trois équipes.

La première, conduite par un chef et un sous-chef d'équipe, dégarnira la voie actuelle, la démolira et la rétablira en matériaux neufs. Cette équipe sera composée de trente à quarante hommes au plus.

La deuxième, commandée par un chef d'équipe seulement, opérera le relevage de la voie suivant les points de hauteur déterminés par les soins des chefs de section, fera le bourrage des traverses avec soin, et le regarnissage de la voie. Cette équipe ne sera composée que de quinze hommes au plus, et ne devra opérer que deux ou trois jours après le premier bourrage, afin de le compléter, s'il y a lieu.

La troisième, dirigée également par un chef d'équipe, sera chargée d'opérer avec soin l'entretien ordinaire; elle suivra la deuxième en se tenant éloignée d'elle à deux ou à

trois kilomètres, et elle sera composée de six hommes au plus. Toutes les parties de voie abandonnées journellement par cette dernière équipe seront, au fur et à mesure, livrées aux équipes d'entretien.

Art. 8. — *Chef et Sous-chef de la première équipe.* — Le chef de la première équipe devra être un homme sûr et exercé aux travaux de pose; il est l'agent responsable de tous les travaux exécutés sur la voie. Aussi on lui adjoint, pour le seconder, un sous-chef qui sera complétement sous ses ordres, et ne devra agir que d'après les avis ou instructions du chef d'équipe.

Les chefs de sections chez qui devront s'exécuter les travaux de renouvellement, seront tenus de faire des propositions pour le choix de ces agents, et ne pas perdre de vue qu'ils devront non-seulement être des poseurs exercés, mais encore être en état de tenir régulièrement des attachements et de lire les ordres de service et marches des trains.

Art. 9. — *Exécution des travaux et précautions à prendre.* — Aussitôt la distribution des matériaux achevée, les renouveleurs se mettront à l'œuvre et commenceront par le dégarnissage de la voie; les ouvriers occupés à ce travail ne devront dégarnir que sur la longueur qu'il sera possible de renouveler dans la journée, et le chef d'équipe devra veiller avec soin à ce que, dans la première période de leur travail, ils ne dégarnissent pas plus bas que le niveau du dessous des traverses. Le complément du dégarnissage sera fait au moment du renouvellement, et seulement sur la longueur de voie qui pourra être démontée et renouvelée avant le passage d'un train.

Cette deuxième période du dégarnissage achevée, les bardeurs se mettront à l'œuvre immédiatement pour enlever les vieux matériaux et les remplacer par les neufs; aussitôt après commencera le travail des poseurs, des bourreurs et des regarnisseurs.

On ne devra jamais dégarnir et démonter que la longueur de voie qu'il sera possible de renouveler et bourrer entre le passage de deux trains. C'est un point important du travail de renouvellement et qui doit être observé dans toute sa rigueur, afin de ne pas occasionner de retard dans la marche des trains et éviter même toute chance d'accident.

Des feuilles de marche des trains réguliers et supplémentaires seront remises aux chefs d'équipe afin qu'ils puissent régler leur travail de renouvellement d'après les heures de passage des trains sur les points où ils opèrent.

Les chefs d'équipe devront toujours régler leurs travaux de renouvellement de manière à être prêts à laisser passer les trains quinze minutes au moins avant les heures réglementaires.

Art. 10. — *Signaux des Trains supplémentaires.* — Les trains supplémentaires de marchandises ou les trains spéciaux, royaux, impériaux ou autres analogues seront rigoureusement annoncés par un drapeau rouge placé à l'arrière du train précédent, et par le numéro du train fixé sous le drapeau afin d'en prévenir les renouveleurs.

Lorsqu'un drapeau rouge sera placé seul, sans numéro à l'arrière du train, il annoncera un train spécial; dans ce cas, comme les heures de passage de ce train ne peuvent être connues, le travail des renouveleurs devra être complétement suspendu jusqu'après son passage, et les chefs d'équipe chercheront à utiliser leurs hommes à des travaux qui ne pourront arrêter sa marche ni la retarder.

Les chefs et sous-chefs d'équipe devront donc examiner avec le plus grand soin l'arrière de tous les trains, afin de s'assurer si aucun train spécial ou supplémentaire n'est annoncé.

Art. 11. — *Signaux pour la sécurité de la voie.* — L'ordre spécial n°... pour les signaux destinés à assurer la marche des trains sera remis aux chefs d'équipe, afin qu'ils en observent rigoureusement les prescriptions pendant l'exécution des travaux de renouvellement.

Toutefois, les prescriptions suivantes devront être particulièrement observées par la première équipe.

Avant de couper la voie pour procéder à son démontage, le chef d'équipe la fera couvrir de la façon suivante :

Il plantera, sur le point où doit commencer le démontage, un drapeau rouge développé; il détachera de son équipe un homme muni d'un drapeau rouge, qui ira se placer en vue

du drapeau du chantier, et à 1000 mètres par exemple de ce drapeau. Si le drapeau du chantier n'était point visible à cette distance, il placerait dans l'intervalle un second homme muni également d'un drapeau rouge, pour établir la communication entre le signal du chantier et le signal placé à 1000 mètres. Ces drapeaux rouges seront tenus développés tout le temps que le signal d'arrêt sera maintenu au chantier.

Le chef d'équipe ne devra couper la voie que dès qu'il sera certain que le drapeau rouge placé à 1000 mètres aura été développé, et il devra ne pas perdre de vue que la voie devra être libre pour la circulation quinze minutes avant le passage du premier train attendu.

Aussitôt que la voie aura été raccordée et mise en état de livrer passage au train, il enlèvera son drapeau rouge. Le drapeau placé à 1000 mètres et le drapeau intermédiaire, s'il a été nécessaire, devront disparaître en même temps.

Des signaux de ralentissement seront placés nuit et jour sur les points où se fera le renouvellement et aux distances règlementaires; on devra en outre y placer un veilleur spécial de nuit.

Art. 12. — *Utilité d'une machine à percer à bras dans le chantier.* — Les rails de .... destinés au renouvellement sont percés en dehors de la section par une machine établie à cet effet, mais il arrive quelquefois que l'on est obligé de repercer ces rails par suite des raccords forcés nécessitant des coupes dans ces rails; dans ce cas, on devra avoir dans le chantier une machine spéciale à percer à bras.

Art. 13. — *Matériaux provenant des renouvellement, triage et rangement dans le chantier.* — Les matériaux extraits des voies et provenant du renouvellement seront expédiés dans d'autres sections ou déposés dans un lieu de dépôt spécial; dans ce dernier cas, le chef de chantier devra les faire ranger avec soin en des lots parfaitement séparés, comprenant ceux qui pourront être réemployés et ceux qui doivent être vendus comme vieilles matières.

Ces matériaux, quel que soit leur état, devront toujours produire et représenter un développement égal à celui des matériaux neufs employés au renouvellement.

Art. 14. — *Comptabilité des matériaux et des travaux.* — Le chef de section devra mettre particulièrement toute son attention sur l'ordre qu'il convient d'apporter dans l'exécution de ces travaux. La comptabilité des matériaux comme celle des travaux doivent être tenues avec le plus grand soin.

Le garde-chantier devra tenir deux registres d'*entrée* et de *sortie* modèles ... et ..., l'un pour les matériaux neufs et l'autre pour les matériaux vieux. Il fournira chaque jour au chef de section sur la feuille ... n° ..., la situation de son chantier.

Le chef poseur devra également fournir au chef de section, pour chaque journée de transport, une feuille n° ... indiquant les matériaux neufs ou vieux transportés par lui et les lieux de dépôt.

En rapprochant ces feuilles, les vérifiant et les dépouillant chaque jour, le chef de section connaîtra constamment la situation de son travail et évitera les pertes de matériaux.

Les attachements des travaux seront également tenus et fournis par les trois agents principaux attachés à l'opération du renouvellement, savoir le garde-chantier, le chef de transport et le chef d'équipe. Ces agents devront être munis de rôles de journées et de carnets d'attachements, qu'ils tiendront suivant les règles adoptées pour la comptabilité. Aucun état de dépenses ne sera accepté s'il ne porte le numéro du carnet d'attachement, et s'il n'est appuyé d'un rôle de journées, lorsque les travaux seront exécutés en régie.

Chaque mois, le chef de section transmettra à l'ingénieur, sur la feuille ... n° ..., la situation des matériaux employés ou à employer en renouvellement de la voie, et sur des états spéciaux n°s ... et ..., les quantités de matériaux neufs employés dans les voies et les quantités de vieux matériaux retirés des voies, mis en dépôt ou expédiés dans d'autres sections.

Ces tableaux n°s ... et ... devront servir à régler le compte général du renouvellement.

Art. 15. — *Travaux à exécuter à la tâche.* — Quelques travaux pourront être exécutés à la tâche, notamment le sabotage, les chargements et déchargements, etc., et les chefs de

section devront, autant que possible, chercher des tâcherons, suivant les prix de la série de pose. Il est bien reconnu, du reste, que la plus grande partie des travaux nécessités par le renouvellement ne peuvent être exécutés qu'à la journée.

Art. 16. — *Devoirs de l'inspecteur.* — L'inspecteur chargé des sections en renouvellement, devra veiller tout spécialement à l'exécution du présent ordre.

Il vérifiera fréquemment son application dans les sections, et fera mention de ces vérifications sur son rapport hebdomadaire. Il dressera, à la fin du travail, les récapitulations sous les formes ordinaires.

Dressé et proposé par l'ingénieur de l'arrondissement de ....

Le ....

Approuvé par l'ingénieur en chef,

Le ....

§ 6. — OUTILS DE LA VOIE.

Pl. 44.

PRIX ET POIDS DES PRINCIPAUX OUTILS EMPLOYÉS A LA POSE ET A L'ENTRETIEN DES VOIES EN RAILS VIGNOLLES.

	Poids. kil.	Prix. fr.
Niveau en bois (hauteur $0^m,75$) à fil à plomb........	»	8.75
Niveau à bulle d'air de $0^m,16$....................	»	5.00
Jeu de nivelettes..............................	»	4.00
Pioche de terrassier, sans manche................	4.00	3.60
Pelle emmanchée, fine..........................	4.00	3.65
Pelle ordinaire en fer..........................	»	1.75
Pelle à bourrer en bois.........................	»	1.50
Pelle à neige..................................	»	1.05
Batte en fer, manche en frêne....................	»	6.00
Brouette......................................	»	9.00
Wagonnet, cubant 1 mètre, à bouts tombants.......	»	350.00
Gabarit de clouage.............................	»	35.00
— d'écartement............................	»	20.00
— de joints...............................	»	70.00
Tarières de $0^m,015$ à $0^m,022$, longueur $0^m,50$........	»	1.25
Herminette à marteau de $0^m,32$, emmanchée........	2.50	5.10
— à deux tranchants........................	»	4.85
Clef à fourche simple...........................	1.00	2.25
Clef pour tire-fond à tête hexagonale.............	2.50	3.75
Marteau de poseur, emmanché.....................	4.00	4.00
Anspect, fer (22 kilogrammes) et frêne............	»	18.00
Pince à boules.................................	»	10.35
Pince pied-de-biche.............................	23.00	10.35
Râteau à 14 dents, emmanché.....................	»	2.60
Raclette de $0^m,35$, emmanché.....................	»	2.45
Manche de pioche en frêne.......................	»	0.40

ÉTAT DES OUTILS NÉCESSAIRES A L'ÉQUIPEMENT DE DEUX ATELIERS DE RÉFECTION DE VOIE.

	Poids. kil.	Prix la pièce. fr.
32 piquets ferrés de hauteur.....................	»	1.25
8 piquets de nivelettes..........................	»	3.00
2 jeux de nivelettes.............................	»	15.00
2 règles de nivellement..........................	»	4.00

	Poids. kil.	Prix la pièce. fr.
3 règles divisées	»	10.00
2 règles d'écartement de l'entrevoie	»	3.00
11 règles d'écartement de la voie, ferrées	»	56.00
6 niveaux à plomb	»	3.00
2 équerres de poseur	»	8.00
18 pics-pioches	»	9.00
8 porte-rails	3.00	5.00
72 cales de joints	0.46	1.30
32 goujons pour éclisser	»	3.00
16 clefs à fourche	»	5.00
12 anspects ordinaires	»	14.00
4 — à crochet	»	9.00
10 grandes pinces à dresser	8.50	18.00
4 petites —	»	9.00
6 pinces pied-de-biche	7.50	10.00
8 bourroirs	»	1.25
18 marteaux de cloueur	4.90	8.00
60 pioches à bourrer	»	5.50
2 marteaux-massues	»	17.00

MACHINES, OUTILS, INSTRUMENTS.

	Poids. kil.	Prix. fr.
Clef anglaise	»	9.80
Clef parisienne de $0^m,30$	»	13.00
Clef du nord	»	7.70
Marteau-rivoir de $0^m,045$	1.00	2.25
Marteau à main, nos 1, 2, 3, de 1 fr. à	»	1.50
Burins de $0^k,500$	»	1.20
Ciseau à froid de	0.500	1.20
Piquet de drapeau à main	»	5.30
Lanterne à trois feux	»	12.00
Lanterne carrée à main	»	5.00
Machine à percer, à agrafe et colonne de	30.00	59.00
Presse à redresser les rails	220.00	330.00
Décamètre en ruban de fil	»	1.50
Chaîne de 10 mètres, poignée en cuivre	»	7.00
Mesure en ruban de 60 mètres	»	95.00
Mire	»	30.00
Niveau d'eau	»	35.00
Pantomètre	»	42.00
Niveau sphérique	»	15.00

NOTA. — Pour tout ce qui concerne les barrières et passages à niveau, et l'entretien des chemins de fer, ou leur exploitation, nous recommandons comme indispensables à nos lecteurs les Traités de MM. GOSCHLER (entretien et exploitation des chemins de fer) et COUCHE (*voie, matériel roulant et exploitation technique*) que nous avons consultés pour plusieurs des renseignements correspondants à ces spécialités.

DIXIÈME SECTION

EXPLOITATION

CALCUL DU TRAFIC — MARCHE DES TRAINS — SIGNAUX

RÈGLEMENTS DE SERVICE — MATÉRIEL DU SERVICE COMMERCIAL

CHAPITRE I

CALCUL DU TRAFIC PROBABLE

D'UNE LIGNE DE CHEMINS DE FER

Un des premiers éléments indispensables à connaître et à étudier, pour constituer le plan financier et les études d'un chemin de fer, est naturellement l'estimation de son produit probable et, par suite, de son revenu net, pouvant donner aux capitaux engagés une rente de tant ou tant pour cent.

On comprend aussi que c'est la partie la plus difficile, la plus délicate, et la plus aléatoire de toutes, puisque les renseignements que l'on peut prendre dans le pays sont constamment faussés ou exagérés suivant les intérêts que l'on consulte, et que les seules bases à peu près précises qui existent, sont : les Comptages de colliers faits par les Ponts et Chaussées sur les routes existantes, les statistiques plus ou moins complètes de l'Administration des douanes, les dires plus ou moins variables des entrepreneurs de Messageries, diligences, etc., enfin les *Mercuriales des Halles et marchés* que les maires des localités peuvent avoir dans leurs archives.

En présence de ces nombreuses causes d'incertitude, plusieurs ingénieurs ont essayé de composer des méthodes qui permettent de contrôler tout au moins approximativement les résultats des enquêtes verbales, et de calculer d'avance, avec des éléments certains, comme les *populations* et les *distances*, et les moyennes connues des pays analogues, ce qui peut bien être le résultat probable de la création du chemin de fer.

Parmi ces diverses méthodes celle de M. Michel, ingénieur des Ponts et Chaussées, est une des plus simples, et des plus admissibles comme conformité aux résultats de la statistique *a posteriori*, recueillie sur différentes lignes.

En voici les principales bases d'application ;

§ 1. — MÉTHODE DE M. JULES MICHEL,

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Nous consignons ici le passage d'une brochure de M. J. Michel, sur les chemins de fer d'intérêt local, qui donnera une idée complète du mode d'appréciation du trafic :

« Dans toute région agricole, la population est en rapport avec les nécessités de la culture, et cette culture donne des produits à exporter; le chiffre moyen des exportations

annuelles est ainsi dans un certain rapport avec le nombre des habitants. La proportion est d'ailleurs variable avec la nature des produits. Si l'on considère une région de vignobles, par exemple les départements des Pyrénées-Orientales, de l'Aude, de l'Hérault, du Gard, on n'aura pas, entre le tonnage d'exportation et le nombre d'habitants, la même proportion que dans une région exclusivement cultivée en céréales et en fourrages, comme la Beauce et la Brie ou le Haut-Languedoc; mais dans des régions analogues comme culture, le chiffre moyen du mouvement d'exportation trouvé pour l'une pourra s'appliquer à l'autre sans grande erreur. Ainsi la Brie, région de céréales et de fourrages, donne en moyenne, à chaque station de la ligne de Paris à Lyon, deux tonnes de marchandises à transporter par habitant et par an, et on trouve la même proportion dans les stations du chemin de fer de l'Ouest, entre Versailles et Rennes, et dans celles du Midi, entre Agen et Carcassonne.

« Les stations du Bas-Languedoc présentent un chiffre de trois tonnes à trois tonnes et demie par habitant, et on trouve sensiblement la même proportion dans la Basse-Bourgogne et sur les côtes du Rhône.

« Le nombre des voyageurs n'est pas variable avec la nature de la culture ; on pourra le dire d'avance, que, sauf de légères variations dues aux habitudes locales ou au voisinage des grandes villes, le chiffre des voyageurs ne doit pas différer d'un bout à l'autre de la France. Les statistiques donnent en effet une moyenne de six voyageurs par habitant, en laissant de côté les stations des banlieues de Paris, Lyon, etc.

« Tels sont les résultats acquis sur des chemins de fer exploités depuis plus de dix ans, où le trafic s'est développé sous la puissante impulsion imprimée à l'activité commerciale par ces voies de communication perfectionnées.

« Il est facile maintenant de calculer la recette par kilomètre des petites lignes locales. On sait qu'une tonne de marchandises, transportée par chemin de fer, paye 6 cent. 1/2 par kilomètre parcouru, et qu'un voyageur paye 6 centimes. S'il y a, par exemple, huit fois autant de voyageurs que d'habitants dans les stations à établir, et trois fois autant de tonnes de marchandises, il suffit de relever le nombre des habitants des centres de populations groupées à des distances de 6 à 8 kilomètres les unes des autres (c'est l'intervalle qui sépare en général les stations), et de compter 0 fr. 70 de recette par habitant pour avoir le produit kilométrique de la ligne projetée. »

L'exemple que nous avons pris admet 6000 habitants dans la région traversée ; la recette kilométrique serait alors de $6000 \times 0{,}70 = 4200$ fr., dont $6000 \times 0{,}48 = 2880$ fr. pour les voyageurs et 1320 fr. pour les marchandises. A ce chiffre on ajoutera ceux qui résulteront des observations fournies par les maires sur les industries spéciales de nature à donner un trafic particulier. On connaîtra ainsi la recette kilométrique probable. On pourra la contrôler par les nombres déterminés d'après les tableaux dressés par les maires.

M. Michel ne s'est pas contenté de ce procédé empirique, lequel, on le conçoit sans peine, pourrait, dans certains cas, conduire à de graves erreurs.

Frappé des inconvénients que présentent toujours, pour certains esprits, les incertitudes qui naissent à la suite des études commerciales, il s'est efforcé de traduire ces éventualités par une formule mathématique.

FORMULE DE M. MICHEL.

M. Michel admet en principe que :

Le rapport entre les voyageurs expédiés et le nombre des habitants d'une station oscille entre 4 et 9, suivant la richesse de la contrée traversée ; que la moyenne générale est 6,50, et que, pour les marchandises, la moyenne générale est de 2 tonnes 1/10 par habitant, pour toute la France.

Il énonce ensuite la formule du trafic :

Le trafic est la somme des produits des expéditions et des arrivages par le parcours

moyen de chaque voyageur et de chaque tonne de marchandises, et il traduit ce principe par la formule :

(a) $$T = \frac{2\, \Sigma\, (V + t)\, d}{l},$$

dans laquelle :

T représente le trafic ;

V, le nombre de voyageurs ;

t, la demi-somme des tonnes expédiées et reçues par chaque station ;

d, la distance de cette station à l'origine de l'embranchement ;

l, la longueur totale de l'embranchement ;

Σ la somme des produits du trafic par les distances. On multiplie cette somme par 2 pour tenir compte des aller et retour.

On doit faire observer que cette formule suppose que le mouvement général du trafic ira des stations intermédiaires à la gare d'embranchement sur la grande ligne, et de même au retour, le mouvement des stations entre elles pouvant être considéré comme peu important; cette supposition est vraie pour un chemin de fer d'intérêt local.

(b) $$T = \frac{2\, (m + n)\, \Sigma\, p\, d}{l},$$

où m et n représentent les coefficients des voyageurs et des tonnes de marchandises.

Si l'on suppose la population condensée au centre de gravité de la ligne, dont la distance à l'origine est égale à $\frac{\Sigma\, p\, d}{\Sigma\, p}$, si l'on appelle g cette fraction de la longueur totale, on aura : $\Sigma\, p\, d = g\, l\, \Sigma\, p$, et par suite l'expression b devient :

(c) $$T = 2\, g\, (m + n)\, \Sigma p.$$

Or, dans cette formule, on connaîtra Σp, c'est-à-dire le nombre d'habitants à affecter aux diverses stations ; on connaîtra m (voyageurs), dont la valeur est comprise entre 4 et 9 suivant la richesse de la contrée, et n, qui a une valeur égale à 2 1/10 ; on calculera g et on obtiendra la valeur probable du trafic T.

Cette valeur ne saurait être acceptée qu'avec de grandes réserves, car les coefficients m et n peuvent varier d'un pays à l'autre dans une proportion considérable.

M. Michel a traduit également en formule la recette brute probable par kilomètre.

Conservant les valeurs m, n et g, on a pour expression générale de la recette brute :

$$K = g\, \Sigma\, p\, (2\, m \times 0{,}05 + 2\, n \times 0{,}061).$$

Dans cette formule, 0,05 et 0,061 sont les moyennes des prix de transport par kilomètre, non compris l'impôt du dixième.

Si l'on fait $m = 6{,}50$, $n = 2{,}16$ et $g = \frac{2}{3}$, on aura $K = 0{,}60\, \Sigma p$. C'est-à-dire que, en moyenne, le produit brut par kilomètre, d'un chemin de fer d'intérêt local qui aurait le centre de gravité de son trafic aux 2/3 de sa longueur, serait de 0 fr. 60 par habitant des stations à desservir.

Si, dans les pays riches et industriels, on fait $m = 7{,}50$, $n = 2{,}10$ et $g = \frac{2}{3}$, on aura $K = 0{,}66\, \Sigma p$. Si, dans un pays exclusivement vignoble, on fait $m = 6{,}50$, $n = 3$, on aura pour $g = \frac{2}{3}$, $K = 0{,}66\, \Sigma\, p$.

Malheureusement ce genre de recherches se prête difficilement à la rigueur des formules scientifiques. Nous indiquons le procédé de M. Michel, parce qu'il se rapproche du système que nous avons indiqué plus haut et qu'il peut servir à le contrôler utilement dans certains cas.

Voici maintenant quelques modèles de disposition pour les tableaux statistiques :

CHEMIN DE FER

RENSEIGNEMENTS statistiques fournis par MM. les Maires des communes traversées par le tracé, ou proches de la ligne.

Commune de ____________________

Indication de la station la plus voisine ____________________

Distance du chef-lieu à la station d ____________________

Population de la commune ____________________

1° Industries agricoles. (Grains, Meuneries, Fourrages, Élèves de bétail, Exploitations forestières.)

NATURE de L'INDUSTRIE.	NOMBRE d'hectolitres ou de mètres cubes produits annuellement.	DESTINATIONS.	INDICATION de la station la plus voisine du siège de la ferme ou de l'exploitation.	LONGUEUR à parcourir du siège de l'industrie à la station de ______	TÊTES DE BÉTAIL PAR AN.				OBSERVATIONS.
					Moutons.	Porcs.	Veaux.	Bœufs.	

2° Industries extractives. (Mines, houillères, carrières.)

NATURE de L'INDUSTRIE.	TONNES de 1000 kilos ou mètres cubes produits annuellement.	DESTINATIONS.	INDICATION de la station la plus voisine du siège de la mine, de la houillère ou de la carrière.	LONGUEUR à parcourir du siège de l'industrie à la station de ______	La mine, houillère ou carrière, aurait-elle intérêt à faire les frais d'un embranchement spécial?	OBSERVATIONS.

3° Industries métallurgiques et manufacturières. (Forges, hauts-fourneaux, filatures, etc.)

NATURE de L'INDUSTRIE.	MATIÈRES PREMIÈRES.		PRODUITS FABRIQUÉS.		INDICATION de la station la plus voisine du siège de l'industrie.	LONGUEUR à parcourir du siège de l'industrie à la station de ______	OBSERVATIONS.
	Tonnage annuel.	Provenance.	Tonnage annuel.	Destination.			

NOTA. — Monsieur le Maire est prié de vouloir bien indiquer tous autres renseignements utiles concernant l'avantage ou les inconvénients du tracé par tel ou tel point, plutôt que par tel autre, et les chiffres des trafics correspondants à chaque cas.

Mouvement spécial entre les Stations.

DESTINATIONS. 1	NOMBRE des voyageurs expédiés. 2	PARCOURS des voyageurs. 3	NOMBRE de voyageurs kilométriques produit des colonnes 2 et 3. 4
1° Voyageurs au départ de la station A.			
B.	200	3 kilomèt.	600
C.	300	7 »	2.100
D.	800	15 »	12.000
2° Voyageurs au départ de la station B.			
A.	500	3 kilomèt.	900
C.	300	4 »	2.000
D.	1.200	12 »	14.400
3° Voyageurs au départ de la station C.			
A.	100	7 kilomèt.	3.500
B.	500	4 »	400
D.	600	8 »	4.800
4° Voyageurs au départ de la station D.			
A.	400	15 kilomèt.	6.000
B.	800	12 »	9.600
C.	700	8 »	5.600
Totaux....	6.400		61.900

Mouvement des stations sur la gare de jonction.

STATIONS. 1	POPULATION desservie par la station. 2	DISTANCES des stations à la gare de jonction. 3	NOMBRE des voyageurs fournis par chaque station et par an. Chiffres de la colonne 2 multipliés par le coefficient 8. 4	VOYAGEURS kilométriques ou produits des nombres de la colonne 3, par ceux de la colonne 4. 5
A.	800	5 kilom.	6.400	32.000
B.	1.200	8 id.	9.600	76.800
C.	500	12 id.	4.000	48.000
D.	3.500	20 id.	28.000	560.000
Totaux..	6.000		48.000	716.800

§ 2. — TARIFS D'APPLICATION.

En ce qui concerne les Tarifs d'application, on comprend que nous ne reproduisions pas ici d'exemple déterminé, car, pour chaque chemin de fer, le tarif commercial forme un volume considérable, qui varie d'ailleurs constamment.

Il sera facile d'ailleurs de se procurer, dans les bureaux des compagnies, soit gratuitement, soit contre un léger déboursé, les tarifs les plus récents.

Nous nous bornerons à donner plus loin (12e Section, *Législation spéciale*, et 13e Section, *Formation des Compagnies*), deux types de disposition pour indiquer les têtes de chapitre et la classification générale de ce genre de documents.

§ 3. — EXAMEN DES TARIFS FRANCAIS

Par M. Nouette-Delorme.

Les prix pour les voyageurs n'ont pas directement diminué depuis l'établissement des chemins de fer, et nous en verrons plus tard les raisons nettes et péremptoires, mais des facilités considérables ont été accordées, qui constituent de sensibles atténuations au tarif légal. A la réduction considérable sur les prix anciennement perçus par les diligences, ont succédé les billets d'abonnement, les billets d'aller et retour, les trains de plaisir, les réductions de tarifs accordées spontanément à titres divers, les voyages circulaires, les prix de banlieue.

Les Compagnies peuvent prouver qu'au moyen de ces combinaisons le prix moyen perçu par elles est inférieur à la taxe légale de la 3e classe, et que la différence en moins payée par les voyageurs, entre 1859 et 1870, représente 19,500,000 francs.

Pour les marchandises, le tarif légal permet des prix de 16c, 14c, 10c, 08c par kilomètre; il n'impose le prix de 05c et 04c que pour la 4e classe, et au-dessous de 300 kilomètres. Cependant le tarif perçu sur l'ensemble des marchandises ne dépasse pas 06c. Les statistiques officielles nous apprennent que depuis douze ans la diminution a été de 01 cent., et qu'il en est résulté pour le pays une économie de 70,000,000 de francs.

Ces diminutions ont exercé une influence notable sur le fret par les canaux. Ainsi, en 1825, le fret de Mons à Paris était de 35 fr. la tonne. Dès l'ouverture du chemin de fer, il est tombé à 20 fr., et il est aujourd'hui de 7 fr. en temps normal. Comparativement au roulage, le prix actuel des chemins de fer de 06 cent. représente le dixième des tarifs anciens. Les prix du roulage étaient, par kilomètre :

De Paris à Calais,	accéléré.........	47c;	ordinaire........	31c;
De Paris à Lyon,	id.	38c;	id.	23c;
De Paris à Marseille,	id.	33c;	id.	19c;

Le tarif diminuait ainsi avec la distance. Mais les localités intermédiaires subissaient des prix exorbitants. Châlon payait 53 cent.; Mâcon, 50 cent.; Valence, 40 cent.; Autun, placé sur la route la moins suivie, payait 62 cent.

Aujourd'hui, l'impôt du nouveau dixième vient d'élever le prix des places pour les voyageurs; dans ces conditions, avec un impôt de 20 0/0, le prix des places est, par kilomètre :

Pour la 1re classe..	0.12.12
Pour la 2e classe..	0.09.15
Pour la 3e classe..	0.06.71

Voici maintenant les prix de nos voisins :

En Angleterre, 0.12 — 0.09 — 0.055;

Dans la Confédération de l'Allemagne du Nord, 0.121 à 0.103 — 0.081 à 0.06 — 0.056 à 0.046.

En Suisse, 0.104 — 0.0729 — 0.052;

En Belgique, 00.08 — 00.06 — 00.04.

Or, en France, les Compagnies ne touchent réellement que 0.10 — 0.075 — 0.05.

Dans tous les pays, le maximum possible, quoique non pratiqué, est plus élevé qu'en France. Ainsi, en Angleterre, 0.177 — 0.118 — 0.088. Les tarifs perçus en Angleterre peuvent donc augmenter beaucoup, tandis que, portés chez nous à leur limite légale, ils

sont invariables. Tout compensé, la moyenne pratiquée en Angleterre est de 0.076; en France, de 0.06.71, avec l'impôt. Malgré la gratuité des bagages portée à 60 kilogrammes, et un peu plus de rapidité, le désavantage pour l'Angleterre est de 20 0/0 sur les voyageurs, en tenant compte, dans les deux pays, de toutes les facilités dont nous avons parlé plus haut.

On voit que, s'il y a une différence à notre préjudice partout ailleurs qu'en Angleterre, elle porte sur les deux dernières classes, et tient en grande partie à notre impôt des deux dixièmes. Quant à la Belgique, il n'y est pas accordé de franchise pour les bagages, et les trains de vitesse subissent une surélévation de 25 0/0. Enfin, en ce qui concerne l'Allemagne, on peut faire des observations analogues; pas de rapidité, pas de gratuité pour les bagages, service de nuit restreint.

On remarquera que nous avons passé sous silence les prix de la 4e classe en Allemagne. Ils sont de 0.02 à 0.025, mais les voyageurs, entassés dans des tombereaux, sont toujours debout et souvent à découvert. Il est impossible de contester que ce système serait impraticable en France, où, après avoir accepté la réduction de tarif, on demanderait bientôt, pour les quatrièmes places, tout le confortable des classes supérieures (1).

En calculant le bénéfice net des Compagnies françaises à 60 0/0 des prix perçus, ce qui est beaucoup dire, on ne peut vraiment pas espérer grande réduction des tarifs, puisque ces Compagnies se trouvent en présence d'un impôt qui leur enlève 20 0/0 de ces 60 0/0, soit un tiers. Il n'est pas hors de propos de rappeler ici que, par une dérogation unique à l'usage, cet énorme impôt est perçu sans frais pour le Trésor. Nombre de gens ignorent pourtant que dans ce qu'ils payent un quantième quelconque est destiné à l'État. Aussi, les Compagnies auraient certainement un grand intérêt à faire afficher dans les gares la part qui revient au Trésor sur le montant de chaque parcours. De plus, la base de l'impôt est infiniment plus lourde pour les chemins de fer que pour toutes autres entreprises de transport. La loi du 2 juillet 1838 avait déclaré que l'impôt devait être perçu sur le transport, et non sur la partie du tarif appelée péage, qui représente la part affectée à la construction et à l'entretien des lignes. Mais, en 1855, cette équitable distinction a disparu.

La France retrouve tout son avantage dans la comparaison pour la moyenne relative aux marchandises, parce que celles-ci n'ont pas encore été soumises à l'impôt.

Pendant que nos Compagnies prélèvent environ 0.06 par tonne et par kilomètre, chiffre qui s'abaisse même à 0.0583 pour le Nord et 0.0592 pour le Lyon, voici les prix moyens qu'on peut relever dans les rapports des Compagnies étrangères les plus importantes :

Union-Suisse	0.1200
Central-Suisse	0.1068
Lombards (Italie)	0.0841
Lombards (Autriche)	0.0765
Impératrice-Elisabeth	0.0780
Chemin de fer de l'État (Autriche)	0.0819
Chemin de fer de la Hesse	0.0760
Chemins de fer rhénans	0.0737
Palatinat	0.0723
Grand-Duché de Bade (1867)	0.0778
Chemin de fer de l'État belge	0.0686

Nous n'avons pas relevé le prix moyen de l'Angleterre, très-difficile à établir à cause des

(1) Nous n'avons pas voulu compliquer ce travail par l'étude de la réforme introduite en Belgique pour diminuer le prix des places en raison de la distance parcourue. Fondé sur une exagération évidente de l'influence que les réductions de tarifs exercent au point de vue du nombre des voyageurs, sur une assimilation peu raisonnée entre les personnes et les choses, ce système n'a guère réussi en Belgique, malgré le peu d'étendue du territoire, et il est si bien impraticable partout ailleurs, qu'il n'a été imité dans aucun pays.

variations incessantes qui suivent l'offre ou la demande. Cependant le *Board of Trade*, en 1868, a constaté une moyenne qui correspond à 0 fr., 089.

Il est des articles sur lesquels les différences sont énormes. Ainsi, sur les cotons, les tarifs anglais vont de 0.05 à 0.18, pendant que ceux des chemins fer français vont de 0.05 à 0.09.

On a certainement et facilement relevé des transports à prix plus réduits sur quelques lignes anglaises, mais ces prix s'appliquent à des tarifs particuliers, dont nous parlerons tout à l'heure.

Il résulte de ces rapprochements que l'avantage moyen, en faveur des lignes françaises, est encore de plus de 20 0/0, et que le bas prix des tarifs marche à peu près en raison directe de l'importance des Compagnies et de la construction plus parfaite des lignes. Les prix extrêmes sont perçus dans le sens du bon marché, en Belgique, pays plat et de grands transports, et dans le sens de la cherté, en Suisse, pays accidenté et de très-petit trafic. Il faut tenir compte aussi de ce fait, qu'en Allemagne les Compagnies limitent leur responsabilité à 1 fr. 50 par kilogramme, ce qui oblige souvent les négociants à faire assurer leurs marchandises.

Nous n'avons donc pas lieu de nous plaindre, et notre commerce doit en particulier se féliciter d'avoir échappé à un impôt direct sur les transports, alors que les voyageurs ont été si rudement atteints.

Les Compagnies avaient autrefois *des tarifs particuliers*, destinés à offrir des réductions de prix aux industriels qui opéraient des transports importants. On en a demandé la suppression au nom du principe de l'égalité. Les Compagnies ne faisaient pourtant ici que ce que font tous les industriels qui vendent moins cher cent mètres de drap qu'un seul mètre, mille kilos de fonte qu'un kilo, à cause de l'augmentation des frais généraux et du temps perdu qu'entraînent les affaires de détail.

Sont venus *les tarifs d'abonnement*, qui respectaient l'égalité, et dans lesquels on ne demandait aux commerçants que de s'engager à se servir du chemin de fer pour *toutes* leurs marchandises, peu importantes ou très-importantes. On a vu dans ces conventions l'intention d'annuler les voies navigables. On a encore supprimé les tarifs d'abonnement.

Restent aujourd'hui, comme facilités particulières, *les tarifs spéciaux et les tarifs de transit*.

Les *tarifs spéciaux* s'appliquent à des marchandises encombrantes, et ont pour but de leur ouvrir des pays et des marchés lointains qu'elles ne pourraient aborder sans des réductions exceptionnelles. Les Compagnies y trouvent leur compte parce que les frais généraux sont sensiblement inférieurs pour des transports éloignés.

Réception, reconnaissance, vérification, pesage, enregistrement, chargement au départ et à l'arrivée, toutes ces opérations occasionnent exactement autant de frais pour le colis qui parcourt 10 kilomètres que pour celui qui va jusqu'à 500 kilomètres. Du reste, ces tarifs ont précédé les chemins de fer. Quoi qu'il en soit, on a obligé les Compagnies à les appliquer de telle façon que le public ne puisse jamais payer plus cher pour une moindre distance que pour la totalité du parcours.

Enfin, les tarifs de transit, très-appliqués en Angleterre et en Belgique, n'ont pour but que d'attirer sur le territoire français des marchandises venant de l'étranger et destinées à l'étranger, marchandises qui, sans ces facilités, emprunteraient immédiatement les chemins de fer des pays voisins. Les Compagnies avaient considéré que c'était là de l'argent trouvé, un bénéfice prélevé complétement sur l'étranger. Les commerçants français ont fait observer qu'en portant au dehors les marchandises extérieures, à des prix plus favorables que les marchandises françaises, on nuisait à l'exportation de celles-ci. La réponse est que les marchandises étrangères venant de beaucoup plus loin sont, quoi qu'on fasse, vis-à-vis des marchandises françaises, dans un état d'infériorité qui sauvegarde suffisamment les dernières. D'ailleurs, les tarifs de transit français n'ont été établis que pour faire concurrence à des prix déjà existants sur d'autres voies, chemins de fer ou services maritimes étrangers. Donc en réalité la situation des produits français vis-à-vis des produits

étrangers est aujourd'hui la même qu'avant l'établissement des tarifs de transit français, et resterait encore inévitablement la même après leur suppression.

On n'a pas interdit formellement les *tarifs de transit*, mais l'administration s'est réservé de les discuter et de les supprimer d'autorité si elle le jugeait convenable.

Par ces quatre systèmes, les Compagnies, en excitant, en fomentant le trafic, rendaient d'abord service à la production et à la consommation; mais en cherchant à accroître leurs recettes, elles travaillaient aussi, en définitive, à la réduction des tarifs. Cette grande œuvre, dans laquelle on a déjà trouvé une amélioration de 90 millions, est ardue et difficile; les statistiques, que nous avons résumées plus haut, en sont la preuve.

M. de Talhouet, alors qu'il était ministre des travaux publics, disait un jour à ce sujet :

« Les Compagnies de chemins de fer sont obligées, avant de fixer leurs tarifs, de tenir « compte de l'amortissement de leur capital, de l'entretien et des grosses réparations, des « impôts qu'elles payent à l'État et que j'évalue à 110 millions; elles ont enfin les frais de « traction et leurs frais généraux. Les canaux, au contraire, sont presque la propriété de « l'État. On ne leur demande rien pour l'amortissement du capital, ni pour les charges « qui grèvent les chemins de fer vis-à-vis du Trésor...

« Si les chemins de fer étaient dispensés de l'amortissement de leur capital, des impôts « qu'ils payent à l'État, et de leurs frais d'entretien, on évalue qu'il en résulterait pour eux « une économie de 550 millions par an. »

Dans ces données, le minimum de l'abaissement des tarifs que les Compagnies pourraient réaliser serait certainement de 50 0/0. Voilà, ce nous semble, des chiffres qui réduisent à néant bien des utopies et des déclamations. Comme il n'est au pouvoir de personne de faire des chemins pour rien, de supprimer les impôts et les réparations, l'abaissement ne peut puiser ses ressources, sa subvention que dans une seule veine : dans l'augmentation du trafic, qui, à son tour, doit, avant tout, être cherchée aux gîtes inexplorés, dans les régions déshéritées, dans les pays non desservis. Donc, tout en faisant marcher ensemble les deux progrès, l'extension du réseau et l'abaissement des tarifs, le principal souci doit être pour le premier. Le dernier d'ailleurs rencontre encore devant lui une difficulté spéciale, à savoir : l'augmentation perpétuelle de la main-d'œuvre et de tous les services, augmentation qui est de près de 1 0/0 par an. En n'élevant pas leurs prix quand tout augmente, les chemins de fer les diminuent en réalité. Si les choses allaient toujours de ce train, on se demande même comment les Compagnies pourraient résister à la progression générale.

Donc, en thèse générale, les Compagnies françaises renoncent parfois à tout bénéfice pour créer certains trafics. Mais elles ne peuvent aller au delà, et entrer dans la voie des pertes. Elles sont bien éloignées de jouir de toute la latitude de tarifs accordée aux Compagnies étrangères. De plus, elles ne possèdent pas, comme en Angleterre, leurs chemins à perpétuité; elles ont une main-d'œuvre relativement chère; elles n'ont pas eu, comme en Belgique, l'avantage de construire leurs lignes sur un sol plat et sans accidents; et cependant il n'est pas de pays où les tarifs soient moins élevés qu'en France pour les marchandises. Et si les voyageurs sont un peu moins bien traités, les impôts seuls qui les grèvent en sont la cause.

CHAPITRE II

DE LA CONCURRENCE ET DES COALITIONS

EN MATIÈRE DE CHEMINS DE FER

Il ne peut pas entrer dans notre pensée de contester ici la puissance et la fécondité de la concurrence, qui n'est qu'une des formes de la liberté. La concurrence n'est pas seulement le frein qui réprime les suggestions de la cupidité, c'est aussi l'effort, c'est le ressort qui tend les facultés humaines et les fait s'élancer du mal vers le bien, du bien vers le mieux et du mieux vers la perfection, ce rêve de l'humanité toujours poursuivi, jamais atteint. Mais la force de ce grand principe ne s'étend pas, malheureusement, à tout le domaine industriel : il est impuissant devant certains faits. La loi, à cet égard, a été parfaitement posée par Adam Smith en termes généraux, et par Stephenson d'une façon toute spéciale à l'industrie des chemins de fer. Le dernier a dit : *Là ou la coalition est possible, la concurrence est impossible.*

Si l'on médite cette parole, on reconnaîtra bien vite ce qui suit : l'industrie des transports est une industrie auxiliaire, dépendante, subjective, elle facilite tout et ne crée rien. Servante des autres industries, elle les attend ; même en les excitant, elle dépend d'elles, elle ne peut qu'obéir, et n'est pas maîtresse d'accroître à volonté son trafic. De plus, elle est rivée au sol, tandis que toutes les autres industries ont, et cela précisément grâce à elle, la faculté de porter leurs produits sur tous les marchés. Chaque Compagnie de chemins de fer possède une puissance de spécialité considérable. Mais en même temps, et par cela même, elle est enfermée dans un territoire borné, qui ne peut laisser place à un grand nombre d'exploitants.

En dehors des limites du trafic, il est ici une autre force de résistance au principe de la concurrence, c'est l'importance du capital nécessaire, qui se chiffre par dizaines et par centaines de millions.

Ces deux conditions naturelles de l'industrie des chemins de fer engendrent de suite un fait général, qui est la limitation forcée des tracés courant dans la même direction. Or, le mot même de concurrence n'a de sens sérieux qu'autant que l'on suppose des rivaux : 1° pouvant rendre exactement, intégralement les mêmes services ; 2° existant en nombre illimité ou tout au moins très-considérable.

Comment ! on voit les maîtres de forges, les propriétaires de mines, les producteurs de sel de toute la France, ceux de la Méditerranée et de l'Océan, comme ceux des sources salées de l'Est, arriver à s'entendre pour fixer le prix des marchandises ; on voit, à l'autre extrémité de l'échelle industrielle, les boulangers et les bouchers en faire autant dans les métiers les plus humbles et les plus faciles à constituer, et l'on voudrait contester que la coalition sera toujours la règle là où le nombre des intéressés ne dépassera pas trois, quatre, cinq, si l'on veut ! Il n'y a pas moyen de le nier, nous sommes bien dans le cas prévu par Adam Smith et Stephenson : nous sommes hors du domaine de la concurrence ; elle ne peut exercer ici son action bienfaisante.

D'autres raisons concourent encore à ce résultat. A côté des services privés, dans lesquels la concurrence agit comme moteur, on a placé de tout temps les services publics, remplis par l'Etat pour le bien général, dans une pensée d'ordre public et supérieur ; mais, entre les deux domaines, la limite précise a nécessairement un peu varié. Cependant ces services publics se sont toujours appliqués aux voies de transports naturelles et artificielles, aux routes, aux rivières et aux canaux. Il n'a jamais paru possible de laisser chacun ouvrir sa route ou son canal sans souci des intérêts des autres. On a considéré

les chemins de fer au même point de vue, seulement le bon marché relatif des routes et des canaux a permis successivement de les affranchir et d'en laisser l'usage gratuit à tous. Le prix des chemins de fer a encore été à cet égard l'obstacle insurmontable. L'Etat a dû les considérer comme des machines de rapprochement, qui ne pouvaient être mises à la disposition du public qu'à titre onéreux. Il a jugé utile, en France, de déléguer ce service, tant pour réunir les capitaux nécessaires que pour percevoir la rémunération, sans laquelle l'œuvre aurait été impossible ; mais il est intervenu dans la fixation des tarifs, parce qu'il a compris qu'il devait assumer là le rôle moral que la concurrence était impuissante à remplir : il a donc stipulé en vertu de sa responsabilité comme protecteur naturel de tous contre quelques-uns.

D'autres pays ont fait autrement : ceux-ci, comme la Belgique, ont à peu près complétement enfermé les chemins de fer dans le domaine exploité par l'Etat ; ceux-là, comme en Angleterre, la Hollande, l'Amérique, tout en se réservant l'octroi des concessions, ont, dans certaines conditions, abandonné la construction et l'exploitation des chemins de fer à l'initiative privée.

Dans l'enquête faite en Angleterre en 1866 sur les chemins de fer, presque tous les déposants interrogés sur la concurrence ont été amenés à en constater le néant. La position est d'autant plus grave en Angleterre, que les compagnies ont eu toute latitude pour absorber aussi les canaux ou pour s'entendre avec eux, et elles ont si bien travaillé qu'elles en possèdent le tiers. Pour préciser exactement ce que peut être la coexistence de plusieurs Compagnies desservant le même trafic, il faut citer d'abord ce mot d'un déposant. On lui demandait : Mais les Compagnies se font concurrence? Il répondait : *Non, elles se partagent le monopole !* A cet égard on ne peut pas mieux dire. Partout, entre les diverses Compagnies qui avaient à exploiter un trafic commun, la lutte a pu durer un an, deux ans, mais les divers intérêts ont toujours fini par s'entendre, et nous en trouvons encore dans l'enquête anglaise une autre raison excellente : un déposant disait en substance : Dans la concurrence sur les routes de terre et sur les fleuves ou la mer, la lutte était souvent acharnée et durait jusqu'à la mort de l'un des combattants, parce qu'il était bien certain qu'il y en aurait toujours un qui tomberait avant l'autre. Mais en matière de chemins de fer, chaque Compagnie sait d'avance qu'elle ne peut supprimer sa rivale, et l'entente apparaît promptement comme la solution forcée.

Le mal, en pareil cas, ne résulte pas seulement de l'entente ; il y a encore la prodigalité du capital et l'accroissement des frais d'exploitation. Là où deux capitaux, deux matériels, deux entretiens, deux services de la voie et de la traction sont accumulés au lieu d'un seul, il est illogique d'espérer une réduction des prix. Un déposant a évalué à deux milliards et demi le capital inutilement perdu en Angleterre par la concurrence. Aussi les faits sont-ils bien d'accord ici avec les principes. Non-seulement, ainsi que nous l'avons déjà montré, les tarifs sont plus élevés en général chez les Anglais qu'en France ; mais ce qu'il faut surtout bien remarquer, c'est que dans les deux pays la tendance a été essentiellement différente. Jusqu'ici nous allons constamment vers le bon marché, nous ne touchons aux tarifs que pour les abaisser. En Angleterre, au contraire, la marche a été souvent ascensionnelle. Les houilles forment un objet important de transports en Angleterre et dans le Nord de la France. Voici les progrès que le chemin de fer du Nord a successivement réalisés en 1862, 1866, 1867 pour les parcours extrêmes de son réseau, par tonne : 9 fr.; 7 fr. 80 ; 7 fr. 40. Pendant ce temps, les Anglais passaient de 6 fr. 25 à 7 fr. 50 et de 7 fr. 50 à 8 fr. 25 pour des distances analogues. Comment expliquer ce fait si ce n'est par la coalition de toutes les lignes concurrentes en Angleterre, par la supériorité des frais et par l'obligation de servir inutilement plusieurs capitaux ?

Nous allons maintenant emprunter le texte même de l'enquête anglaise pour faire apprécier quelques détails.

DÉPOSITIONS

De M. Charles Clarke, *Président du Comité des chemins de fer de la Chambre de Commerce de Liverpool.*

En réalité, à Liverpool, nous n'avons affaire qu'à une seule Compagnie : supposez qu'il y en ait trois, ou même un plus grand nombre, elles ont un seul et même tarif, de telle sorte que nous sommes dans la même situation que s'il n'y en avait qu'une.

De M. Charles Stead, *Manufacturier.*

Il s'est établi une entente entre le Canal et quatre Compagnies de chemins de fer : Midland, Lancaster and Yorkshire, East Lancashire, London and Nord-Western.

Demande. Ainsi ces quatre Compagnies exercent un contrôle absolu sur le trafic du canal ? — *Réponse.* Oui.

D. Applique-t-on les mêmes taxes sur toutes les voies ? — *R.* Oui.

D. Y avait-il autrefois des entreprises de batellerie sur le canal ? — *R.* En grand nombre.

D. Y en a-t-il maintenant ? — *R.* Aucune, excepté celle des fermiers du canal, qui transportent pour le compte des Compagnies de chemins de fer.

De M. Wright, *Vice-président de la Chambre de Commerce de Birmingham.*

D. Il y a plusieurs Compagnies de chemins de fer dont les lignes aboutissent à Birmingham, celle de London and North-Western, du Great-Western et du Midland ? — *R.* Oui.

D. N'y a-t-il pas entre ces trois Compagnies une concurrence qui ait pour résultat d'abaisser les tarifs ? — *R.* C'est précisément le contraire qui a lieu.

D. Pas même entre les localités qu'elles desservent concurremment ? — *R.* C'est le contraire.

De M. Hill, *Secrétaire assistant le Post-Office.*

A mon avis, lorsqu'il y a deux chemins, là ou un seul suffirait, la direction de chacun d'eux est moins forte, l'exploitation moins bonne, les tarifs moins réduits.

D. S'il n'y a pas de concurrence, il n'y a pas de mal à réparer ? — *R.* Si, il y a eu des erreurs commises en ce qu'on a multiplié inutilement les lignes, et que les intérêts généraux du pays ont souffert.

(Ici, le président fait observer qu'une concurrence est tout au moins un avantage pour les localités non desservies antérieurement.)

R. C'est certainement un grand avantage pour ces contrées, comme c'en serait un pour bien d'autres si on multipliait *indéfiniment les lignes* ; mais la question est de savoir si, toute compensation faite, c'est un avantage pour l'Etat et le pays.

D. Les deux lignes ne peuvent pas être considérées comme concurrentes, au point de vue des localités qu'elles ne desservent pas toutes deux, n'est-ce pas ? — *R.* Non.

D. Il n'y a pas de lignes concurrentes dans ce sens ? — *R.* Je ne pense pas qu'il y en ait : la concurrence est une pure illusion.

De M. Thomas Wilson, *Secrétaire de l'Association des Canaux de la Grande-Bretagne.*

D Dans votre opinion, la concurrence entre chemins de fer aboutit toujours à une entente ? — *R.* Oui.

De M. Gibs, *Secrétaire de la Chambre de Commerce.*

On aurait de la peine à indiquer un cas où deux ou trois Compagnies, aboutissant à la même ville, ne sont pas arrivées tôt ou tard à s'entendre sur les taxes qu'elles avaient à appliquer.

De M. Campbel, *Directeur du London North-Western-Railway.*

Si la concurrence n'existait pas, les Compagnies auraient pu être amenées à de plus bas prix que ceux appliqués aujourd'hui. Mais avec le régime actuel, c'est bien le moins qu'elles puissent régler leurs tarifs de manière à tirer le meilleur parti possible de la situation ou elles sont placées.

De M. Allpart, *Directeur du Midland-Railway.*

Il est arrivé souvent que la concurrence a amené l'application de tarifs plus élevés; j'aurai l'occasion d'indiquer quelques cas de ce genre.

De M. Stewart, *Secrétaire de la Compagnie du London and North-Western-Railway.*

Il y a un mal qui est tout aussi grand et qui progresse toujours, c'est la dépense exagérée à laquelle donne lieu l'exploitation, *par suite du défaut de coopération entre les Compagnies qui exécutent des trains inutiles, faisant, dans bien des cas, double emploi*, et sans aucun avantage pour le public.

D. Il résulte de là que la possibilité de réduire les tarifs se trouve atténuée?

R. Évidemment..... *Je ne prétends pas du tout que si la contrée exige une autre ligne, elle ne doit pas être concédée, parce qu'elle amènera indirectement une concurrence. Je dis le contraire. Mais faire une ligne seulement, dans un but de concurrence, est une erreur, ainsi que l'expérience l'a prouvé.*

Une fois bien convaincus du mal, les Anglais, qui sont gens de résolution, ont travaillé énergiquement à le réparer : les Compagnies marchent à grands pas vers la concentration, et, depuis quelques années, le Parlement a été saisi de 258 bills de fusion, dont 187 ont été adoptés, et de 722 arrangements d'exploitation, dont 383 ont été approuvés. On refait donc péniblement là-bas ce qu'on voudrait défaire chez nous; et voici le résultat de ces efforts. Dès aujourd'hui, dans les trois royaumes, sur 281 Compagnies, il en est 29 qui exploitent 21,821 kilomètres, alors que le réseau total est de 24,856 kilomètres : il ne reste que 3,027 kilomètres pour les 252 autres Compagnies.

Mais c'est encore là une entrave considérable, une source d'embarras, de lenteurs, de dépenses pour le commerce. Ainsi, depuis quelques mois, tous les journaux anglais, le *Times* en tête, ont entamé une véritable croisade contre les chemins de fer, qu'ils voudraient faire racheter par l'État. Le gouvernement a nommé une Commission. Malheureusement pour les Anglais, cette opération du rachat, que les contrats ont rendue si facile chez nous, court risque de rester impraticable chez eux, en même temps que l'extension des fusions fait craindre encore les coalitions. Sans lien de droit avec l'État, n'ayant reçu de lui ni garantie ni subsides, ne lui devant rien, les Compagnies veulent traiter de puissance à puissance, et il est difficile de dire comment on pourra arriver à une solution satisfaisante.

La concurrence a aussi été essayée en Belgique, et le ministre Jamar en a apprécié les effets en ces termes, dans le rapport que nous avons déjà cité :

« Il est résulté de ce système une situation de concurrence dans laquelle l'industrie et « le commerce ont vu la condition du bon marché des transports. On a cru, en Belgique « comme en Angleterre, que pour assurer ce bon marché, il fallait empêcher le monopole « des chemins de fer; qu'aux lignes existantes, il fallait opposer des lignes concurrentes. « Or, l'expérience prouve que la concurrence des chemins de fer produit des effets en « sens inverse, qu'au lieu de la réduction, elle a pour résultat final le renchérissement « des prix du transport : ce qui se passe en Angleterre ne peut laisser aucun doute à cet « égard. »

La Belgique regarde ce point comme démontré; et dans la récente discussion parlementaire, il n'a pas été plus question de la concurrence que des parallèles.

Mais en Hollande, ce système désordonné règne sans conteste. Aussi lisions-nous ceci, au mois de Janvier, dans une correspondance de ce pays, publiée par les journaux Belges :

« L'exploitation par l'industrie privée a livré notre public à l'arbitraire absolu des direc-
« tions de nos lignes ferrées, et elles exercent leur monopole sans aucune pitié : pendant
« les dernières gelées, alors que toute concurrence des voies d'eau était coupée, le *Rhénan-*
« *Néerlandais* a augmenté ses tarifs de 50 p. 100. Depuis, la *Société d'exploitation* n'est pas
« demeurée en reste d'un si bon exemple ; par une modification récente de ses tarifs, elle
« a relevé les prix de transport de 20 à 40 p. 100. »

Voici maintenant les résultats de la concurrence en Amérique, appréciés par la *North American Review* :

« Jusqu'à présent, la concurrence a été la peste (*bane*) des chemins de fer. Elle a tou-
« jours agi comme un agent violent de perturbation (*violent disturbing element*). Si, à un
« moment, elle force les prix à descendre à un taux déraisonnablement bas (*unnaturally*),
« c'est pour les faire monter une autre fois, par suite de coalition, à un taux excessive-
« ment élevé : dans ces dernières années, le prix des transports entre New-York et Chicago
« a oscillé, sous l'influence de la concurrence, entre 5 et 37,60 dollars par tonne, et de la
« même localité à Saint-Louis, entre 7 et 46 dollars ; et le Erié-Railway se faisait payer
« tantôt 2 dollars, tantôt 37 par tonne. »

En Amérique, on a un procédé à part pour réparer les désastres de la concurrence. Quand les Compagnies arrivent au jour fatal de l'entente, pour s'indemniser de leurs pertes, elles créent tout simplement des actions, et les vendent au profit de la Société ; cela s'appelle laver le capital. Un beau jour, il y a tant de titres, qu'ils ne valent et ne rapportent plus rien...

Il est donc bien démontré par l'expérience universelle, qu'en dehors du passage dans des localités qui ne peuvent pas espérer de chemins de fer directs, les effets de la concurrence sont absoluments inféconds ; et, à ce dernier point de vue, c'est bien peu que de donner satisfaction à quelques intérêts locaux, quand il faudrait couvrir le sol de rails de dix kilomètres en dix kilomètres pour placer tout le monde sur un pied d'égalité à peu près passable. Mais l'improductivité et la perte des capitaux ne sont pas le seul mal des concurrences ; elles occasionnent des désordres dangereux, et finalement, au lieu d'un monopole juste, tranquille, surveillé, lié au sort même de l'industrie, on a un monopole dur et implacable, parce qu'il est pauvre, parce qu'il tremble chaque jour pour son lendemain.

CHAPITRE III

DE LA MARCHE DES TRAINS

ORGANISATION DU MOUVEMENT SUR LES LIGNES DE CHEMINS DE FER.

Pl. 46.

L'étude du service des trains se fait généralement à l'aide de tracés graphiques permettant d'organiser leur marche d'une manière sûre, et présentant, à première vue, l'ensemble des convois en circulation, leurs heures de passage aux stations, leurs arrêts, leurs garages, leurs croisements, en un mot, toutes les conditions particulières de l'exploitation.

Le nombre de trains de chaque nature est établi d'après la circulation des voyageurs et le trafic des marchandises sur la ligne considérée.

Quant aux heures de départ, on les détermine *a priori* ; puis il faut s'assurer qu'aucun train n'est entravé dans sa marche par les autres trains existants ; on obtient ce résultat à l'aide de tracés graphiques :

DISPOSITION DES TRACÉS GRAPHIQUES.

Ces tracés sont exécutés sur des canevas, ou papiers quadrillés préparés à l'avance.

Les lignes *verticales* indiquent les heures et leurs subdivisions, les deux lignes extrêmes à gauche et à droite représentant minuit.

Les *stations* de la ligne sont indiquées par des traits *horizontaux* espacés suivant la distance réelle des stations sur le terrain, et d'après une échelle d'ailleurs arbitraire.

On ajoute encore, sur le côté du tableau, le profil en long de la voie et les prises d'eau; on désigne les stations à voie unique, celles à double voie, etc.

Pour tracer, sur le canevas ainsi formé, un train dont la marche a été déterminée, on marque d'abord d'un point l'heure de son départ sur la ligne représentant la première station; on marque d'un autre point l'heure d'arrivée à la station suivante (heure qui dépend de la vitesse du train), et on joint ces deux trains par une première ligne droite.

Si le convoi doit s'arrêter à cette station, on trace une petite horizontale d'une longueur proportionnée au temps d'arrêt. Cela fait, on reprend l'extrémité de cette ligne, qui représente l'heure de départ de la deuxième station, et l'on trace une nouvelle oblique jusqu'à l'heure d'arrivée à la troisième station.

On continue ainsi jusqu'à la dernière station desservie par le train, dont la marche est représentée alors par une série de lignes obliques, donnant, par les écartements qui les séparent à chaque station, les arrêts du train à ces stations.

Les séries de lignes de chaque train doivent être disposées de telle sorte qu'il y ait toujours au moins sept minutes d'intervalle entre deux trains successifs; et même on admet dix minutes d'ordinaire, et que, de plus, les trains de marchandises arrivent à une gare au moins un quart avant l'arrivée d'un train de voyageurs.

Dans le tracé, on commencera donc par indiquer les trains de voyageurs à grande vitesse de la ligne; puis on passe aux trains omnibus, en subordonnant leur marche à celles de premiers trains déjà tracés.

Le service des trains de voyageurs étant établi de cette manière, on étudie de même les trains de marchandises, en leur donnant dans les stations des arrêts assez longs pour laisser passer les trains de voyageurs en conservant les distances réglementaires.

Les trains de voyageurs sont désignés par des traits rouges, et ceux de marchandises par des traits noirs; on représente les trains mixtes par deux traits parallèles, rouge et noir; les trains facultatifs ou spéciaux sont ponctués de diverses manières.

Pour les tableaux d'études préparatoires, on donne une échelle de 3 centimètres par heure, et d'un millimètre et demi par kilomètre : on réduit à moitié pour les tableaux de service.

USAGE ET UTILITÉ DES TRACÉS GRAPHIQUES.

Les tracés graphiques ne servent pas seulement à l'étude de la marche des trains. On a l'habitude de remettre des exemplaires du service établi aux inspecteurs de la ligne, aux chefs de gares et aux agents des trains, qui ont souvent à les consulter pour les besoins du service.

On trouvera les plus grands détails sur le tracé et l'emploi de ces tableaux dans les livraisons de mars et avril 1864 du *Portefeuille économique des machines*.

TRACÉS GRAPHIQUES DES LIGNES A DOUBLE VOIE,

Avec ou sans embranchements.

Pl. 46.

Dans la première figure, la ligne de Frouard à Forbach se relie, d'une part, par Frouard, à la ligne de Paris et Strasbourg, et communique, de l'autre, par Forbach, avec les lignes prussiennes.

Elle donne, en outre, naissance à Metz, à une autre ligne se dirigeant sur Luxembourg.

Nous avons indiqué au-dessous de Frouard, et entre ce point et Nancy, le service de la

ligne de Paris à Strasbourg et à Forbach, l'arrivée et le départ des trains prussiens. Nous avons également placé à Metz les annonces des trains de la ligne du Luxembourg.

La deuxième figure représente le cas d'une ligne à double voie avec embranchements intercalés.

Une ligne directe est établie entre Épernay et Givet. A Reims, cette ligne donne naissance à un embranchement se dirigeant sur Laon.

La ligne d'Épernay à Givet correspond à celle de Paris à Strasbourg par Épernay; les trains de la deuxième ligne ont été portés au-dessous d'Épernay, et entre ce point et Dormans.

Nous terminerons en disant que le bureau chargé de l'étude de la marche des trains est placé ordinairement sous les ordres immédiats du chef du mouvement, qui, par la nature de ses fonctions, doit souvent avoir recours aux tracés graphiques. Dans quelques Compagnies, cependant, il est dirigé par l'ingénieur en chef de la traction.

Outre l'étude spéciale de la marche des trains, et des modifications qu'il peut être nécessaire d'y apporter, ce bureau est aussi chargé de l'établissement des livrets et des tableaux de la marche des trains remis au personnel actif du service de l'exploitation. Enfin, il s'occupe aussi des affiches destinées au public, et des avis faisant connaître les modifications apportées pendant le cours du service.

Un ou deux employés sous la direction d'un chef peuvent suffire pour un réseau d'une assez grande importance.

CHAPITRE IV

SERVICE DES SIGNAUX

§ 1. — SIGNAUX MOBILES.

Drapeaux. — Sur les chemins de fer du réseau français, les signaux mobiles ou à la main s'exécutent, pendant le jour, avec des drapeaux verts ou rouges.

Le drapeau roulé indique que la voie est *libre* sur les lignes du *Nord*, de l'*Est*, de *Lyon*, d'*Orléans* et de l'*Ouest*. Sur le Midi il n'est pas fait mention de ce signal.

Le drapeau vert, déployé, commande le *ralentissement* sur le Nord, l'Est, Lyon, l'Ouest et le Midi ; sur ce dernier chemin, la hampe du drapeau incliné vers les rails commande un ralentissement local.

Sur le réseau d'Orléans, le ralentissement est indiqué par deux drapeaux blancs.

Le drapeau rouge déployé commande l'arrêt.

A défaut du drapeau rouge, l'arrêt est prescrit, le jour comme la nuit, soit en agitant vivement un objet quelconque, soit en élevant les bras de toute leur hauteur. Il n'est pas fait mention de cette prescription dans les ordres de service relatifs au réseau d'Orléans. Sur cette ligne, il n'est pas permis à un agent de se séparer de son drapeau.

Quand aucun agent ne peut rester sur place pour faire les signaux, un drapeau *rouge*, placé dans l'axe d'une voie ou sur l'accotement, commande l'*arrêt*.

Un drapeau vert, placé près d'une voie principale, à côté du rail extérieur, commande le ralentissement.

Lanternes. — Pendant la nuit on emploie les feux *blancs*, *verts* ou *rouges*. Sur toutes les lignes, excepté sur celle d'Orléans, la lanterne à verre blanc, immobile, indique que la voie est libre; la lanterne à verre vert commande le ralentissement.

Sur la ligne d'Orléans, le feu blanc prescrit le ralentissement; le feu vert indique au contraire que la voie est libre et que le train peut continuer sa marche. Sur le Midi, le feu vert, alternant avec le feu rouge, signale un ralentissement soutenu.

La lanterne à verre rouge commande l'arrêt.

A défaut de verre rouge, toute lanterne vivement agitée, prescrit l'arrêt: il faut excepter le réseau d'Orléans, comme il a été dit à l'occasion du drapeau rouge.

Une lanterne rouge, posée dans l'axe d'une voie, commande l'arrêt.

Une lanterne verte, placée près d'une voie principale, du côté du rail extérieur, commande le ralentissement.

Il n'y a qu'une exception à cette règle, déjà signalée pour le chemin de fer d'Orléans, où la couleur verte correspond à la voie libre, sans que rien puisse expliquer cette anomalie.

Pétards. — Le jour comme la nuit, on se sert au besoin de pétards ou boîtes détonantes placées sur les rails.

Conformément au règlement Ministériel du 15 mars 1856, les pétards sont employés comme signal d'arrêt pour remplacer ou compléter les signaux à vue :

1° Quand les agents ne peuvent pas rester sur la ligne pour faire ces derniers signaux;

2° Par un temps de brouillard : sur le Nord, sur Lyon et sur le Midi, l'emploi des pétards est de rigueur quand le brouillard est assez intense pour empêcher de voir à plus de 100 mètres. Cette distance n'est pas déterminée sur les autres lignes, non plus que dan le règlement ministériel indiqué plus haut.

3° Lorsque, par une cause quelconque, la vitesse d'un train ou d'une machine isolée se trouve momentanément ralentie au point de permettre à un homme, marchant au pas, de suivre l'un ou l'autre.

On place toujours deux pétards au moins sur les rails; on en place même trois ou quatre quand le temps est très-humide.

L'emploi des pétards en temps de brouillard n'empêche pas de faire les signaux à vue quand les agents peuvent rester sur la voie.

Lorsque la cause qui a motivé l'emploi des pétards a cessé, on retire, autant que possible, ceux qui n'ont point été écrasés et l'on substitue au besoin les signaux ordinaires.

Quand on a commencé à employer les pétards, on pouvait craindre que leur fonctionnement laissât à désirer, et que, par suite de l'humidité, leur explosion ne se produisît pas régulièrement :

L'expérience a constaté que ces craintes n'étaient pas fondées et les pétards, dûment rendus imperméables par des enveloppes en métal, sont devenus des signaux indispensables que toutes les compagnies ont adoptés.

Signaux à main dans les souterrains et en temps de brouillard. — Le jour, en temps de brouillard, et en tout temps dans les tunnels, on fait usage des signaux de nuit. Cette prescription n'est explicite que dans les ordres de service du Nord, de l'Ouest et du Midi.

Trompe. — Sur certains points déterminés, pour demander du secours ou annoncer l'approche d'un train, on emploie la trompe en corne ou en métal, comme signal d'avertissement.

Sonnette, sifflet de poche. — On se sert aussi de sonnettes et de sifflets de poche pour donner les signaux de départ des trains.

Signal pour annoncer l'approche d'un train ou d'une machine. — Sur toutes les lignes, l'approche d'un train ou d'une machine à 500 mètres est annoncée par un son de trompe allongé.

Le signal n'est fait que lorsqu'un train est en vue ou qu'on l'entend arriver. Dans les points où le train s'arrête, on ne l'annonce au delà qu'au moment de son départ. Sur Orléans, il est prescrit spécialement de faire le signal à 500 mètres au moins en avant du train.

Signal pour demander du secours. — Plusieurs sons de trompe pressés, et successivement répétés, demandent du secours.

Ce signal ne doit être fait que dans les circonstances graves, et, par exemple, dans les cas suivants :

1° Réparations urgentes à faire à la voie;

2° Accidents ;

3° Actes de violence.

Tout agent qui n'est pas retenu par un service forcé doit se porter de suite vers le point d'où part la demande de secours.

Signaux destinés à couvrir les voies en cas de Réparation. — Sur toutes les lignes aucun travail de nature à intercepter les voies ne peut être entrepris avant que les signaux d'arrêt aient été faits du côté où un train ou une machine peut survenir.

Du reste, à moins d'urgence, aucun travail de cette nature ne doit être entrepris pendant la nuit ni en temps de brouillard.

La distance à laquelle doivent se faire les signaux varie d'une ligne à l'autre. Sur le Nord, Orléans, le Midi, le minimum de cette distance est de 800 mètres. Sur l'Est, il se réduit à 600 mètres. Sur le chemin de fer de Lyon, le signal d'arrêt se fait à 1,000 mètres au moins, et sur l'Ouest, à 700 mètres seulement.

Il est fâcheux que, pour une mesure de précaution de cette importance, les ordres de service des différentes Compagnies présentent encore de telles anomalies.

Signaux destinés à couvrir un point spécial en cas de détérioration des voies. — Lorsqu'un garde ou un cantonnier remarque un déplacement ou une rupture dans les rails ou les coussinets, ou tout autre dérangement, et en général un obstacle quelconque de nature à compromettre la sécurité des trains, il doit immédiatement envoyer au-devant du premier train qui peut survenir telle personne qui se trouverait présente, ou qu'il rencontrerait, pour faire les signaux.

S'il est seul, il se porte lui-même au-devant du train et place des pétards sur les rails.

Dans le cas où les deux voies seraient interceptées, l'agent doit envoyer dans les deux directions et prescrire les signaux d'arrêt.

S'il est seul, il se porte d'abord, au pas de course, au-devant du premier train attendu et place des pétards sur les rails ; il se porte ensuite, aussi rapidement que possible, du côté opposé et place de même des pétards sur les rails.

Lorsque les signaux sont assurés, l'agent fait lui-même, s'il le peut, les réparations nécessaires et demande du secours.

En aucun cas il ne doit quitter le point qu'il faut protéger.

Ces règles sont communes à toutes les Compagnies. Les distances auxquelles les signaux d'arrêt doivent être faits varient, suivant ces Compagnies, entre 600 et 1,000 mètres, comme il a été indiqué à l'article précédent.

Signaux de ralentissement nécessités par l'état des voies. — Lorsque l'état de la voie rend nécessaire de modérer la vitesse des trains, on fait généralement usage, le jour, du drapeau vert; la nuit, de la lanterne à feu vert. Sur le chemin d'Orléans, au contraire, le ralentissement est commandé par deux drapeaux blancs placés à la distance de 500 mètres de chacune des extrémités de la partie du chemin où la voie est défectueuse Sur le Midi, on fait spécialement usage de guidons qui servent, en l'absence de tout agent, à signaler les mauvaises parties de voie qui nécessitent le ralentissement local.

Ces guidons consistent en une plaque circulaire en tôle, portée sur une tige et peinte en vert sur l'une des faces et en blanc sur l'autre.

Ils sont plantés sur l'accotement de la voie dangereuse, à 400 mètres au moins des deux extrémités de la partie de voie à signaler, le blanc tourné vers la voie défectueuse, et le vert du côté de la voie bonne.

S'il existe entre les guidons un point dangereux exigeant un ralentissement plus considérable, il est signalé par un drapeau vert placé sur l'accotement.

A défaut de guidons, les agents se servent de drapeaux verts placés de la même manière.

Signaux destinés à couvrir les Lorris circulant sur les voies. — Les lorris, ou petits wagons à bras destinés à transporter les matériaux d'entretien, ne peuvent circuler ou stationner sur les voies principales que s'ils sont couverts, à la distance réglementaire, par des agents spéciaux munis de signaux d'arrêt. La distance minima est : sur le Nord, de 800 mètres ;

sur l'Ouest, de 700 mètres ; sur l'Est, de 800 mètres sur les parties de voie en palier, et de 1000 mètres sur les fortes rampes, et en temps de brouillard quel que soit le profil de la ligne ; sur le Midi, les lorris sont couverts à 800 mètres. Il ne paraît y avoir aucune instruction spéciale sur Lyon et Orléans.

On évite de faire circuler ou stationner des lorris 15 minutes avant l'heure du passage des trains. Cet intervalle de temps est porté à 20 minutes dans l'Est. La circulation des lorris est interdite pendant la nuit, et en temps de brouillard.

Signaux de marche *dans les manœuvres.* — Dans les manœuvres, le signal de marche est donné avec les drapeaux pendant le jour, et les lanternes pendant la nuit. On fait aussi usage de la trompe, notamment sur le chemin de fer du Nord.

Les aiguilleurs ne doivent permettre aucun mouvement de trains ou de machines, sans avoir pris les précautions prescrites, et s'être assurés que les signaux qui doivent protéger ce mouvement ont été faits. Ces manœuvres doivent s'exécuter à petite vitesse, et le mécanicien doit faire jouer le sifflet de la machine avant de se mettre en marche. Ces règles sont générales, et ne comportent que des modifications de détail.

Signaux de marche *aux stations et sur la ligne.* — Les signaux de mise en marche des trains sont faits, par les chefs de gare et de train, au moyen d'une sonnette, d'un sifflet de poche, de la cloche du tender, ou même d'un simple geste de la main et du mot : *Allez*, suivant les différentes lignes. C'est ainsi que, sur les chemins de fer du Nord et de l'Ouest, le chef de train donne le signal avec le sifflet de poche, sur l'avis du chef de gare que tout est prêt. Sur l'Est et sur Lyon, le chef de gare se sert de la cloche à main, et le chef de train de la cloche du tender. Sur l'Orléans, le chef de gare agite sa cloche à main, et le mécanicien doit se mettre immédiatement en marche. Enfin, sur le Midi, le chef de gare donne le signal avec la cloche, quand le chef de train, en sifflant, lui à fait connaître qu'il est prêt.

Il serait bon d'établir l'uniformité des signaux de marche, principalement au départ des stations.

Signaux acoustiques. — A diverses reprises, on a proposé l'emploi des signaux acoustiques pouvant s'entendre à de grandes distances.

Les uns proposaient des canons d'alarme, d'autres des tuyaux acoustiques destinés à établir une communication entre les gardes.

Les essais qui ont été faits à ce sujet n'ont donné aucun résultat satisfaisant, à l'exception des pétards et de la corne, dont l'emploi est général.

Devoirs des mécaniciens lorsqu'ils aperçoivent un signal d'arrêt à la main. — Sur toutes les lignes, dès que le mécanicien aperçoit un signal d'arrêt à la main, il doit, par tous les moyens à sa disposition, se rendre immédiatement et complétement maître de la vitesse de son train, de manière à s'arrêter, autant que possible, avant le signal.

Devoirs des mécaniciens lorsqu'ils écrasent un pétard. — A toute explosion de pétard, le mécanicien doit, par tous les moyens à sa disposition, se rendre immédiatement et complétement maître de la vitesse de son train.

L'ordre de se rendre maître de la vitesse du train doit être exécuté d'une manière absolue : il ne comporte aucune hésitation, aucune interprétation.

Le mécanicien, aussitôt qu'il entend une explosion de pétard, doit donc fermer le régulateur, donner l'ordre au chauffeur de serrer les freins du tender et faire au conducteur du train, au moyen du sifflet, le signal réglementaire pour qu'il serre les freins ; au besoin même il doit faire contre-vapeur.

Sur les lignes du Nord, de l'Est et de l'Ouest, quand la vitesse du train a été complétement amortie et ne dépasse pas la vitesse d'un homme qui marcherait rapidement à côté du train, le mécanicien peut faire desserrer les freins ; il avance ensuite avec la plus grande prudence, en se réservant toujours la facilité d'arrêter dans la limite de l'étendue de voie qui lui paraît libre.

Si après avoir parcouru une distance qui, sur la ligne du Nord et sur celle de l'Ouest, est fixée à un kilomètre, et sur celle de l'Est à deux kilomètres, le mécanicien n'aperçoit

aucun obstacle, il peut reprendre la vitesse normale, mais en observant avec un redoublement d'attention, la voie en avant et les signaux qu'on pourrait lui faire.

Sur les lignes de Lyon et d'Orléans, l'arrêt doit être complet; le train se remettant en marche, avance avec une vitesse qui ne doit pas dépasser 8 kilomètres, et ne reprend sa vitesse normale qu'après avoir parcouru 1,500 mètres.

Il serait très-désirable que, sur toutes les lignes, les ingénieurs de l'exploitation se missent d'accord pour accepter un règlement uniforme, car les mécaniciens changent souvent de ligne, ou passent d'un réseau sur un autre, et alors, sans le vouloir, ils peuvent se trouver en contravention, et créer un danger.

§ 2. — SIGNAUX DES TRAINS.

Signaux des trains ou des machines en marche. — La nuit, tout train ou toute machine en marche doit porter au moins un feu blanc en avant, et au moins un feu rouge à l'arrière. Le feu blanc éclaire la voie, le feu rouge commande l'arrêt à tout train qui suivrait de trop près. Cette règle est commune à toutes les compagnies; le nombre et la disposition des feux varient seuls.

Sur le Nord et sur l'Est, les feux rouges d'arrière sont au nombre de trois. L'un est placé tout à fait en queue, au-dessus du crochet d'attelage; les deux autres, aux deux angles supérieurs d'une des voitures du train, la dernière autant que possible.

Sur la ligne de Lyon, les trains en marche n'ont pas deux lanternes à feu rouge à l'arrière.

Les machines isolées n'en portent qu'une.

Sur Orléans, tout train, pendant la nuit, doit porter à l'avant deux lanternes blanches ou vertes, à l'arrière trois lanternes rouges.

Les machines isolées portent deux lanternes blanches ou vertes à l'avant, et une lanterne rouge à l'arrière.

Sur la ligne de l'Ouest, tous les trains portent à l'arrière trois feux rouges, ainsi disposés : l'un, donné par une grande lampe-signal placée sur le derrière du véhicule du train; les deux autres, par deux petites lampes placées de côté, et présentant chacune un feu blanc tourné vers la tête du train.

Les signaux d'avant sont disposés d'une manière spéciale à la direction que suivent les trains, ainsi que l'indique le tableau suivant :

SECTIONS.	POSITION DES SIGNAUX.
Ligne de Normandie et de Bretagne (double voie)....................	Une lampe-signal à feu blanc placée devant la machine, à la base de la cheminée.
Paris à Auteuil	Idem.
Paris à Saint-Germain et à Versailles (rive droite)....................	Deux lampes-signaux à feu blanc : une, placée devant la machine, à la base de la cheminée; l'autre, sur la traverse de la cheminée (côté hors voie).
Paris (Montparnasse) à Versailles (rive gauche) et Paris (Saint-Lazare) au bois de Colombes	Deux lampes-signaux à feu blanc, placées sur la traverse de la machine, l'une à droite, l'autre à gauche.
Paris à Asnières et à Saint-Cloud (grande gare). Trains spéciaux d'Asnières et de Saint-Cloud.....	Deux lampes-signaux à feu blanc : une placée devant la machine, à la base de la cheminée; l'autre, sur la traverse de la machine (côté de l'entre-voie).
Bois-Colombes à Argenteuil......	Deux lampes-signaux placées sur la traverse de la machine : l'une, à feu blanc, du côté hors voie; l'autre, à feu rouge, du côté de l'autre voie.

Sur les chemins de fer du Midi, enfin, les feux blancs d'avant sont au nombre de deux.

Les feux rouges d'arrière, au nombre de trois, sont disposés, ainsi que ceux des lignes du Nord, de l'Est et de l'Ouest, de façon à projeter un feu blanc à l'avant.

On voit la diversité qui existe entre les dispositions adoptées par les Compagnies.

La disposition des feux rouges présentant à l'avant deux feux blancs latéraux, devrait être appliquée par toutes les Compagnies.

Signaux des trains dédoublés, supplémentaires, facultatifs ou spéciaux. — Les trains supplémentaires, facultatifs ou spéciaux, ne sont pas obligatoirement annoncés sur les lignes du Nord, de l'Est, d'Orléans et de l'Ouest.

Sur la ligne de Lyon, le train qui précède immédiatement un train supplémentaire, porte, le jour, un drapeau vert, déployé à l'angle supérieur de droite de la dernière voiture à frein. La nuit, ce train porte un feu vert, placé à l'angle supérieur de droite de la même voiture, remplaçant l'un des feux rouges réglementaires.

Le train facultatif est annoncé, le jour, par un drapeau vert déployé à l'angle supérieur de gauche de la dernière voiture à frein; la nuit, par un feu vert. Les trains spéciaux sont signalés par le train qui précède, le jour, par un drapeau rouge déployé à l'angle supérieur de droite de la dernière voiture à frein, et la nuit, par un feu vert placé au-dessus du crochet d'attelage, et remplaçant l'un des feux rouges réglementaires.

Sur le chemin de fer du Midi, un drapeau vert le jour, et un feu vert la nuit, à l'arrière d'un train du côté droit, annoncent l'arrivée d'un train facultatif.

Le drapeau vert ou le feu vert, du côté gauche, annonce le train spécial.

Deux drapeaux verts, pendant le jour, ou deux feux verts, pendant la nuit, annoncent les trains supplémentaires.

Ces signaux sont placés sur le dernier wagon, l'un à droite, l'autre à gauche du train.

Sur les lignes du Nord, de l'Est ou de l'Ouest, les trains dédoublés sont ordinairement annoncés par un drapeau vert ou un feu vert.

L'expérience démontre que les trains spéciaux ou facultatifs peuvent, sans inconvénient, n'être pas obligatoirement annoncés; il suffit de prescrire de prendre des dispositions sur tous les points, et à toute heure, comme si un train était attendu.

Signaux de communication entre les mécaniciens et les agents de la voie. — Les mécaniciens appellent, par un coup de sifflet prolongé, l'attention des agents chargés de la surveillance de la voie.

Ils font usage de ce signal :

1° Avant de mettre la machine en mouvement;

2° A l'approche des passages à niveau, des courbes, des tranchées, des souterrains, des ponts tournants, partout enfin où il existe des signaux fixes ou des indications qui prescrivent de siffler;

3° Quand ils voient une ou plusieurs personnes sur la voie;

4° En temps de brouillard, les mécaniciens doivent répéter souvent ce signal pour annoncer l'approche des trains.

Les signaux au moyen desquels les agents de la voie appellent l'attention des mécaniciens, ont été énumérés précédemment.

Les modes de communication sont les mêmes pour tous les réseaux. Toutefois, les ordres de service de la Compagnie d'Orléans sont muets sur ce point; ceux de l'Ouest ne spécifient pas les circonstances dans lesquelles on doit faire usage du sifflet à vapeur.

Signaux de communication entre les mécaniciens et les aiguilleurs. — Pour communiquer avec les aiguilleurs, les mécaniciens sifflent à l'approche des bifurcations et des changements de voie pris en pointe.

La direction des trains, aux approches des bifurcations, s'indique par le signal ordinaire d'attention pour aller à gauche, et par trois coups de sifflet allongés quand on va à droite.

Aux abords des bifurcations, et quel que soit l'état des signaux de la voie, le mécanicien marchant vers la bifurcation devra toujours indiquer la direction du train par le signal convenu.

Ces diverses règles sont communes à tous les réseaux.

En outre, sur le chemin de l'Ouest, lorsque les voies d'entrée de gare à marchandises sont reliées à la voie principale au moyen d'une aiguille en pointe, les mécaniciens des trains et des machines qui veulent pénétrer sur ces voies, doivent faire entendre quatre coups de sifflet pour se faire ouvrir l'aiguille d'accès.

Cette disposition est encore applicable pour la grande gare des voyageurs de Saint-Cloud.

Signaux de communication entre les mécaniciens et les gardes-freins. — Les mécaniciens communiquent avec les gardes-freins de la manière ci-après, suivant les divers réseaux.

Sur les chemins de fer du Nord, de l'Est, d'Orléans, de l'Ouest et du Midi :

Deux coups de sifflet saccadés commandent de serrer les freins.

Un coup de sifflet bref commande de desserrer les freins.

Sur Lyon, on fait usage de :

Deux coups de sifflet brefs pour serrer les freins jusqu'à frottement.

Plusieurs coups de sifflet saccadés ordonnent de serrer les freins jusqu'à refus.

Un coup de sifflet bref annonce la mise en marche et ordonne de desserrer les freins.

Sur toutes les lignes, un coup de sifflet prolongé appelle l'attention des gardes-freins.

Signaux de communication entre les mécaniciens et les dépôts. — Sur les lignes du Nord, de l'Est et du Midi, des coups de sifflet longs et répétés servent à demander une machine. Ce signal doit être fait aux approches des dépôts et du plus loin qu'on puisse l'entendre, toutes les fois qu'on aura besoin d'une locomotive de relais ou de renfort.

Les ordres de service des chemins de Lyon, d'Orléans et de l'Ouest ne prescrivent, à cet égard, rien de particulier aux mécaniciens.

Signaux destinés à couvrir un train ou une machine isolée, arrêtés sur la voie. — Lorsque, par un motif quelconque, un train ou une machine isolée est arrêté sur la voie, le premier devoir des gardes et cantonniers est de se porter à l'arrière pour faire les signaux d'arrêt qui doivent protéger le train ou la machine.

Le conducteur de queue, sans s'informer des causes de l'arrêt, doit également se porter en arrière, au pas de course, pour faire les signaux réglementaires.

Cet agent doit être porteur, le jour, d'un drapeau rouge, la nuit, d'une lanterne à verre rouge, avec les moyens de la rallumer si elle venait à s'éteindre. Le jour comme la nuit, il doit être muni de pétards.

S'il rencontre un employé ou un ouvrier de la voie, il le charge d'assurer les signaux au point convenable, et revient ensuite à son train.

S'il n'a rencontré personne, et si sa présence au train est utile, ou s'il y est rappelé, il doit mettre des pétards sur les rails afin de prévenir le mécanicien de tout train ou de toute machine qui surviendrait; il doit, pour plus de sûreté, poser sur les rails deux pétards, l'un à gauche, l'autre à droite, à une distance de 25 à 30 mètres l'un de l'autre.

Par un temps humide, le nombre des pétards employés est porté à trois, espacés de la même manière.

Le conducteur chef doit, de son côté, s'assurer que toutes les dispositions ci-dessus ont été prises.

Il est formellement interdit à l'employé chargé d'assurer les signaux à l'arrière d'un train, de venir, même lorsqu'il y serait rappelé, s'il n'a pu, soit charger un agent de faire les signaux d'arrêt, soit, à défaut d'agent, placer les pétards à la distance réglementaire.

Ces règles, appliquées sur la ligne du Nord, sont à peu près communes à toutes les Compagnies. Sur les lignes d'Orléans, il est interdit à l'agent envoyé du train d'y revenir s'il n'a pas été remplacé; en ce cas, il reste dix minutes après le départ du train pour faire les signaux. Sur l'Est et sur Lyon, il est encore interdit à cet agent de revenir lorsqu'il y a lieu de présumer que les machines sont pourvues de chasse-neige, ou lorsqu'on attend, soit un train, soit une machine, sur la voie où stationne le train arrêté. Sur Lyon, l'agent détaché du train doit prendre le numéro ou le nom de l'agent de la voie qui doit le remplacer.

Les distances auxquelles doivent être faits les signaux, varient suivant les lignes.

Sur la ligne du Nord, ces signaux sont faits à 800 mètres au moins de l'arrière du train.

Sur l'Est, cette distance, qui est de 800 mètres dans les conditions ordinaires, est portée à 1,000 mètres en temps de brouillard, de neige ou de forte pluie, et dans les courbes, lorsque la déclivité ne dépasse pas $0^m,005$. Cette distance peut être portée à 1,200 et à 1,500 mètres dans les lignes en déclivité qui dépassent $0^m,005$ et $0^m,008$.

Sur la ligne de Lyon, d'après les règlements en vigueur, cette distance est de 700 mètres sur le réseau sud, et varie de 800 à 1,500 mètres, suivant la déclivité de la voie, sur le réseau nord.

D'après le nouveau règlement, non homologué encore, cette distance serait constamment de 1,000 mètres.

Sur la ligne d'Orléans, le signal se fait à 1,000 mètres.

Sur les lignes de l'Ouest, le signal est uniformément fait à 700 mètres des trains ; mais en temps de brouillard, de neige abondante ou de verglas, on augmente cette distance de 300 mètres, ce qui la porte à 1,000 mètres.

Sur les lignes du Midi, les signaux d'arrêt sont faits à 800 mètres au moins.

Voilà bien des différences dans une prescription qui ne devrait varier que suivant les conditions de déclivité, de courbe et de vitesse des trains.

Il résulte de cette situation, qu'en cas de collision, un agent du chemin de fer de l'Ouest, qui a fait les signaux à 700 mètres sur une pente de $0^m,10$, peut ne pas être poursuivi devant les tribunaux, tandis que l'agent du chemin de fer de l'Est, qui aurait fait les signaux à 1,400 mètres sur une pente surpassant $0^m,008$, peut être condamné.

Ces anomalies sont regrettables ; il devrait y avoir identité dans cette partie des ordres de service des Compagnies. Sans doute, il y a intérêt à limiter au strict nécessaire la distance à laquelle on fait des signaux d'arrêt; toutefois, nous pensons que cette distance, dans les conditions ordinaires de pente et de vitesse, ne devrait pas être inférieure à 1,000 mètres.

Ainsi que nous venons de le dire, quelques Compagnies font varier les distances auxquelles les signaux d'arrêt doivent être faits, suivant les déclivités du chemin; pour être logiques, elles devraient aussi les faire varier suivant la vitesse des trains. Il est certainement préférable d'adopter une longueur moyenne, calculée de façon à être toujours suffisante.

On ne saurait laisser à l'appréciation des agents le soin de choisir entre les diverses longueurs prévues; ils ignorent le plus souvent les pentes des parties de ligne sur lesquelles ils se trouvent, et ils doivent interpréter le règlement de la façon la plus facile pour eux, c'est-à-dire appliquer la distance minima.

Cette question est une des plus importantes, et serait utilement discutée en commun par les diverses Compagnies du réseau français.

Signaux destinés à protéger un train ou une machine, dont la vitesse se trouve momentanément ralentie. — Lorsque, par une cause quelconque, la vitesse d'un train ou d'une machine se trouve momentanément ralentie, au point de permettre à un homme marchant au pas de le suivre, le conducteur de queue doit descendre et mettre des pétards sur la voie, derrière ce train, de distance en distance, tant que la vitesse du train lui permettra de le faire.

Cette règle est appliquée par toutes les Compagnies. Les différences qui existent tiennent surtout à la distance à laquelle le train est couvert; sur les lignes du Nord, de l'Est, d'Orléans et de l'Ouest, les pétards sont placés au moins de kilomètre en kilomètre; sur la ligne de Lyon, l'espacement est de 1,500 mètres; et sur celle du Midi, de 800 mètres seulement.

Sur les lignes de l'Est et de Lyon, dans le cas où il y aurait lieu de présumer que les machines sont pourvues de chasse-neige, et dans celui où l'on attendrait soit un autre train, soit une machine sur la même voie, le conducteur ne se contentera pas de poser des signaux-pétards, mais il devra, en outre, suivre son train à 800 mètres, au moins, de distance en distance, pour le couvrir au moyen de son drapeau ou de sa lanterne, conformément aux prescriptions réglementaires.

En général, lorsqu'un train laisse des pétards derrière lui, il doit s'arrêter aussitôt qu'il rencontre un agent de la voie, afin que ce dernier retire les pétards devenus inutiles.

Ces prescriptions semblent devoir donner lieu à une observation.

Le plus souvent, les ralentissements dans la marche des trains ont lieu dans les rampes; des ruptures d'attelage peuvent se produire. Si le conducteur de queue a quitté son poste pour placer les pétards réglementaires, le frein se trouve complétement abandonné; les conséquences d'une rupture d'attelage peuvent, en ce cas, devenir très-graves. Il y a là une disposition qui laisse à désirer, puisque, dans les circonstances où le conducteur serait le plus nécessaire à la manœuvre du frein, il doit, réglementairement, quitter son poste.

Signaux destinés à couvrir les voies en cas d'accident. — En cas d'accident interceptant à la fois les diverses voies, le chef du train fait faire le signal d'arrêt, à la distance réglementaire, à l'avant comme à l'arrière. Il fait prévenir le plus promptement possible les chefs des gares les plus rapprochées entre lesquelles le train se trouve arrêté. Il prend les mesures nécessaires pour rétablir le service.

Si la voie opposée à celle que suit le train est obstruée, ce train doit s'arrêter à la première gare pour y donner l'avis utile.

Les conducteurs montrent le signal rouge à tous les trains ou machines, qu'ils croisent avant d'arriver à cette gare; au besoin, les mécaniciens doivent s'arrêter au premier garde qu'ils rencontrent, pour lui signaler l'obstacle.

Telles sont les règles prescrites sur les lignes du Nord. Ces règles sont analogues à celles qui sont adoptées par les autres Compagnies.

Quelques-unes, notamment celle de Lyon et de la Méditerranée, et celle de l'Ouest, font arrêter les trains devant l'obstacle et placer des pétards en arrière de ce point.

Voici maintenant un modèle des petits carnets de service que l'on remet aux employés d'un chemin de fer, pour qu'il puisse étudier et se rappeler les prescriptions de son service: ces carnets sont reliés en format de poche, 11 centimètres sur 15 c. 1/2 (1).

RÈGLEMENT GÉNÉRAL

DE LA LIGNE DE BARBEZIEUX A CHATEAUNEUF.

SIGNAUX

ARTICLE PREMIER. — Tout employé, quel que soit son grade, doit obéissance absolue aux signaux.

ART. 2. — Tout agent est responsable des signaux qu'il fait ou fait faire par les employés sous ses ordres.

ART. 3. — Sur tous les points et à toute heure, les dispositions doivent être prises comme si un train était attendu.

En conséquence, toutes les fois que la voie n'est pas entièrement libre, elle doit être couverte par le signal d'arrêt.

Le signal d'arrêt est maintenu jusqu'à ce que la voie soit redevenue entièrement libre.

ART. 4. — L'absence de tout signal indique que la voie est libre.

ART. 5. — Il doit être fait usage des signaux de nuit, le soir, à partir du moment où le jour baisse, et le matin jusqu'au jour.

Lorsque, pendant le jour, l'état de l'atmosphère ne permet pas d'apercevoir un homme à cent mètres de distance, il doit être fait usage des signaux de nuit en même temps que des signaux de jour.

Signaux à main.

ART. 6. — Les signaux à main s'exécutent : le jour, avec un drapeau vert ou rouge : la nuit, avec une lanterne pouvant donner à volonté un feu blanc, vert ou rouge.

---

(1) Pour plus amples renseignements, consulter GOSCHLER, *Traité de l'Entretien et de l'Exploitation des Chemins de fer.*

Ils doivent être continués jusqu'à ce que les locomotives ou trains en marche soient passés ou arrêtés.

SIGNAUX DE JOUR.

Le drapeau rouge roulé ou tenu parallèlement à la voie, indique que la voie est libre ;

Le drapeau vert déployé commande le ralentissement ;

Le drapeau rouge déployé commande l'arrêt immédiat.

A défaut de drapeau rouge, l'arrêt est commandé, soit en agitant vivement de haut en bas un objet quelconque, soit en élevant les bras de toute leur hauteur.

SIGNAUX DE NUIT.

Le feu blanc indique que la voie est libre ;

Le feu vert commande le ralentissement ;

Le feu rouge commande l'arrêt immédiat.

A défaut de feu rouge, toute lumière vivement agitée de haut en bas et de bas en haut, commande l'arrêt.

Art. 7. — Dans les manœuvres :

Le signal de marche est donné en agitant horizontalement : le jour, un drapeau roulé ou le bras ; la nuit, une lumière blanche.

Le signal d'arrêt est donné en agitant les mêmes objets de haut en bas et de bas en haut.

Art. 8. — A défaut d'agents pour faire les signaux, un drapeau rouge placé sur la voie, le jour, et une lanterne à feu rouge dans la même position, la nuit, commandent l'arrêt immédiat à tout train ou machine se présentant sur la voie. Un drapeau vert ou une lanterne verte placée près de la voie, commande le ralentissement.

Trompes.

Art. 9. — Sur certains points déterminés, on peut employer la trompe comme signal d'avertissement.

Dans les cas ordinaires, un son de trompe commande l'attention ; deux sons de trompe allongés annoncent l'approche d'un train ou d'une machine. Plusieurs coups de trompe secs et répétés vivement sont un signal d'alarme.

Il n'en doit être fait usage qu'en cas d'extrême urgence.

Disques avancés.

Art. 10. — Les disques avancés sont destinés à protéger, à distance, tous les points sur lesquels la circulation des trains ou des machines peut rencontrer fréquemment des obstacles.

Art. 11. — Les signaux se composent d'un disque pouvant occuper, en tournant autour d'un axe vertical, deux positions, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire à l'axe des voies.

Ils sont peints en rouge sur une face et en blanc sur l'autre ; leur lanterne présente à volonté, aux trains auxquels ils s'adressent, un feu blanc ou rouge.

SIGNAUX DE JOUR.

Le disque effacé parallèlement à la voie ou présentant sa face blanche indique que la voie est libre.

Le disque présentant sa face rouge perpendiculairement à la voie commande l'arrêt.

SIGNAUX DE NUIT.

Le feu blanc indique aux trains arrivant que la voie est libre.

Le feu rouge commande l'arrêt.

Poteaux d'arrêt des trains spéciaux.

Art. 12. — Aux approches des stations qui ne sont pas pourvues de disques avancés, sont placés des poteaux peints en rouge et portant en lettres blanches l'inscription : « Poteau d'arrêt des trains spéciaux ».

Les trains spéciaux doivent toujours marquer l'arrêt devant ces poteaux et n'en repartir que sur le signal du chef de station.

La nuit, lorsque les chefs de station ont reçu avis de l'expédition d'un train spécial, ils doivent faire éclairer ces poteaux d'arrêt du côté où le train spécial est attendu.

Signaux détonants.

Art. 13. — Les pétards sont employés le jour et la nuit comme signaux d'avertissement, pour maintenir entre les trains les intervalles réglementaires, et, en général, pour indiquer qu'il y a, en avant, un obstacle à une distance plus ou moins grande.

Quand il y a lieu de faire usage des pétards, on en fixe deux, l'un sur le rail de droite, l'autre sur le rail de gauche, à 25 ou 30 mètres l'un de l'autre.

Par un temps très-humide, le nombre des pétards employés doit être porté à trois, espacés de la même manière.

Le jour et la nuit, en temps de brouillard épais ou de tourmente ne permettant pas d'apercevoir les signaux à main à 100 mètres de distance au moins, et la nuit, lorsque les lanternes ne peuvent rester allumées, les pétards doivent être employés comme complément des signaux à main.

Lorsque les pétards sont employés comme complément des signaux à main, ils doivent, autant que possible, être placés à 25 mètres au moins en avant du point où sont faits les signaux à main.

Art. 14. — Sauf les cas de force majeure et ceux prévus d'une manière explicite par les règlements, l'emploi des pétards ne dispense pas de celui des signaux ordinaires à main, qui doivent toujours être faits dans les conditions prescrites par les règlements.

Sous aucun prétexte, l'agent chargé de couvrir un obstacle ne peut quitter son poste ou négliger de faire usage des signaux à main, en s'en rapportant aux pétards qu'il a pu placer sur la voie, à moins qu'il n'en ait reçu l'ordre formel ou qu'il se trouve seul pour couvrir un obstacle de deux côtés à la fois.

Signaux des trains.

Art. 15. — Les trains en marche, sauf les exceptions prescrites pour l'annonce des trains facultatifs ou spéciaux, ne portent aucun signal pendant le jour.

La nuit, les trains en marche portent à l'avant une lanterne à feu blanc, et à l'arrière, au moins une lanterne à feu rouge.

Il n'est pas indispensable que toutes les lanternes d'arrière soient placées sur le dernier véhicule du train, à la condition qu'elles soient visibles pour les agents des gares et de la voie.

Les dispositions du présent article ne s'appliquent pas aux trains ou parties de trains en stationnement ou en manœuvre dans les gares.

Art. 16. — Les machines circulant ou manœuvrant dans les gares et dépôts portent une lanterne à feu blanc à l'avant et une lanterne à feu rouge à l'arrière.

Art. 17. — Les lanternes des trains et des machines doivent être allumées assez longtemps à l'avance pour que ces trains ou ces machines ne soient pas surpris par la nuit entre deux stations.

Art. 18. — Le jour, un drapeau vert placé à droite d'un train vu par derrière, et la nuit, un feu vert placé au même endroit, indiquent que ce train est suivi par un train facultatif.

Art. 19. — Le jour, un drapeau vert placé à gauche d'un train vu par derrière, et la nuit, un feu vert placé au même endroit, indiquent que ce train est suivi par un train spécial ou une machine.

Art. 20. — Les trains facultatifs et spéciaux et les machines isolées devant toujours être annoncés, soit par écrit, soit par le télégraphe, il n'est pas obligatoire que les trains qui les précèdent les signalent sur leur parcours.

Signaux des Mécaniciens.

Art. 21. — Les mécaniciens communiquent de la manière suivante, au moyen de leur sifflet, avec les agents chargés de la surveillance de la voie et avec les conducteurs placés sur le train qu'ils remorquent :

1° Un coup de sifflet prolongé commande l'attention ;

2° Deux coups de sifflet brefs prescrivent au conducteur de serrer les freins jusqu'à frottement ;

3° Plusieurs coups de sifflet saccadés ordonnent aux conducteurs de serrer les freins jusqu'à refus ;

4° Un coup de sifflet bref annonce la mise en marche, et ordonne aux conducteurs de desserrer les freins.

Art. 22. — Les signaux d'avertissement au moyen desquels les mécaniciens demandent aux aiguilleurs l'accès des voies de bifurcation sur lesquelles ils se dirigent sont les suivants :

Un coup de sifflet prolongé pour aller à gauche ;

Trois coups de sifflet pour aller à droite.

Art. 23. — Il est établi sur chaque machine une cloche disposée de telle manière que le conducteur chef, placé dans la vigie du fourgon, puisse mettre le battant en mouvement au moyen d'une corde allant du fourgon à la machine.

Le Conducteur chef se sert de cette cloche pour donner le signal du départ et pour avertir le mécanicien toutes les fois qu'il y a lieu d'arrêter le train en marche.

Art. 24. — Lorsque deux machines sont attelées ensemble en tête d'un train, la deuxième machine est seule en communication avec le conducteur chef au moyen de la cloche.

Le mécanicien de la deuxième transmet, au moyen du sifflet, à la première machine, les signaux qui lui sont donnés par le conducteur chef.

Art. 25. — Les signaux d'arrêt doivent être faits par les agents stationnant sur le chemin et préposés à sa surveillance et à son entretien :

1° Si la voie n'est pas libre ou en état de laisser passer le train ;

2° S'il ne s'est pas écoulé dix minutes depuis le passage d'un train ou d'une machine circulant dans le même sens.

En cas d'urgence, tout agent attaché à l'un des services de la Compagnie doit, sous sa responsabilité, faire les signaux nécessaires pour prévenir des accidents dans la marche des trains.

Art. 26. — Tous les agents, sans exception, doivent être porteurs d'un exemplaire du présent règlement, dont ils doivent connaître toutes les dispositions.

Barbezieux, le 17 août.

L'Inspecteur de l'Exploitation,
Eug. FRÉNAL.

Vu et approuvé :
L'Ingénieur, Directeur de la Compagnie,
HUGUET.

Prix des divers appareils.

DISQUE DU NORD (COMPENSATEUR ROBER).

	Francs.
1 levier de manœuvre	43.00
1 retour d'équerre à deux sommets	32.00
1 disque complet avec son pied	203.50
1 appareil de tension complet	51.75
1 gros contre-poids à trois rondelles	8.70
1 lanterne	55.00
A reporter	393.95

	Francs.
Report..........	393.95
1 tambour à lentille..	8.75
1,200 mètres de fil de 2 millimètres et demi..............	40.13
55 piquets ordinaires......................................	33.00
55 crampons ronds et plats.................................	2.20
9 piquets à poulies simples horizontales...................	31.50
8 piquets à poulies simples verticales.....................	28.00
3 piquets à poulies spéciales d'appareils de tension.......	12.60
1 grand piquet..	7.00
Pose : 8 journées à 6 fr. 75................................	54.00
Imprévu..	14.24
1 petit contre-poids et 3 rondelles.........................	4.63
	630.00

DISQUE BATAILLE (EST).

	Francs.
Disque et levier de rappel, non compris la lanterne fixe (fonte 360 kil., fer 172 kil.)........................	438.00
Levier de manœuvre (la pièce)...............................	100.00
Poulie verticale galvanisée avec axe en cuivre, pour ligne droite..	1.75
Poulie inclinée, pour courbe................................	2.35
Fil recuit galvanisé de 3 millimètres, qualité du télégraphe, le kilogr...................................	0.615

MAT DE SIGNAUX DE 6 MÈTRES, AVEC POTEAU EN TOLE (ORLÉANS).

1° *Fonte.*

	Kil.
1 support de pivot..	11.13
1 plateau..	7.75
1 pièce de mouvement......................................	4.85
1 support inférieur.......................................	1.17
1 poulie inférieure.......................................	2.07
1 poulie supérieure.......................................	2.22
2 entretoises..	0.41
1 pièce de levier de manœuvre.............................	18.67
1 plaque posée sur la charpente...........................	1.16
	49.43

2° *Fer et tôle.*

	Kil.
1 pivot...	1.45
1 boulon 18/125, tête et écrous six pans, reliant le plateau avec le support..	0.47
2 boulons, tête et écrous six pans, reliant le support à la charpente...	0.82
2 boulons, tête et ergots, écrous six pans *id.* *id.*	0.48
1 vis d'arrêt de la pièce du mouvement, 2 boulons 15/77 servant d'axe aux poulies inférieures en bronze................	0.36
2 arrêts avec écrous et rondelles...........................	2.81
1 vis du support inférieur.................................	0.09
1 chape à tige et 2 écrous à six pans......................	0.99
A reporter..........	5.47

	Kil.
Report	5.47
1 chaîne de $12^m,60$	4.75
1 chaîne de $0^m,30$	0.12
1 axe de la poulie inférieure avec tête et écrous à six pans	0.22
1 support inférieur des guides de lanterne	1.15
1 vis de pression	0.05
2 guides de lanterne, 8 écrous à six pans	16.66
2 guides de la tige du disque	4.25
1 tige du disque	58.00
4 boulons 18/55, tête ronde, écrous six pans, de la tige du disque	1.00
1 disque	22.00
2 boulons 10/60, tête ronde, reliant le disque sur la tige	0.20
1 support de la poulie supérieure et des guides	6.00
1 boulon axe de la poulie, tête ronde, écrous six pans 15/250	0.59
1 chariot de la lanterne	3.23
1 levier de manœuvre	8.80
2 arrêts avec tige et écrous six pans	2.27
1 tige axe du levier de manœuvre, 2 rondelles, 2 écrous six pans	2.70
2 boulons tête ronde, écrous six pans 15/60, servant d'axe aux poulies du levier de manœuvre	0.26
Pièces principales du montant vertical	61.00
2 tôles	48.00
2 couvre-joints	10.00
1 couvre-joints	7.00
1 dessous de pied	18.00
5 cornières, 1 fourrure	61.00
20 degrés	18.00
25 rivets 15/50	3.00
66 rivets 15/40	3.00
93 rivets 15/30	8.00
	374.72

3° *Acier.*

	Kil.
2 ressorts	0.15

4° *Bronze.*

	Kil.
4 poulies	0.43

RÉCAPITULATION.

	Kil.
1° Fonte	49.43
2° Fer et tôle	374.72
3° Acier	0.15
4° Bronze	0.43
Total	424.73

A 69 fr. les 100 kil., soit en chiffres ronds 300 fr.

Disque à distance (Ouest).

DÉSIGNATION des PARTIES DE L'APPAREIL.	SPÉCIFICATION.	PRIX MOYEN.	OBSERVATIONS.
		fr.	
Manœuvre	Ferrures et fontes	70.00	Avec contre-poids de 40 k.
	2m,00 de chaine en 8, n° 27.	2.00	
	Chaîne en 8, n° 24, pour le réglage	0.75	
	Charpente	39.00	
Signal proprement dit.	Ferrures, fontes et chaînes.	205.00	Non compris la lanterne.
	Poteau	69.00	
Levier de rappel	Ferrures et fontes	36.50	
	1m,564 de chaine en 8, n° 24, avec crochet	1.40	
	Charpente	43.00	
Fil de transmission	Les 100 mètres	8.75	Fil n° 20 galvanisé, diamètre 0m,0014.
Piquets	Pour poulies à 1 fil, l'un	1.10	
	Pour poulies à 2 fils, l'un	1.35	
	Pour poulies verticales superposées, l'un	1.70	
	Pour poulies à 3 fils, l'un	2.40	
Supports	A 1 poulie verticale	1.70	Y compris les vis d'attache.
	A 2 poulies verticales	2.95	
	A 2 poulies verticales superposées	2.75	
	A 3 poulies verticales	4.20	
	A 1 poulie horizontale	2.25	
	A 2 poulies horizontales	4.50	
	A 3 poulies horizontales	6.60	
Poulie de traversée	Ferrures et fontes	23.75	
	2m,00 de chaine en 8, n° 24.	1.60	
	Charpente	21.50	
Caisse pour traversée	Le mètre	3.60	Non compris les piquets-supports.
Système de rappel pour un signal à 2 transmissions	Ferrures et fontes	92.00	Y compris la tringle rigide.
	Charpente	130.00	
Système de rappel pour un signal à 3 transmissions	Ferrures et fontes	111.00	Y compris la tringle rigide.
	Charpente	130.00	
Sonnerie électrique p. un signal à 600 mètres de la sonnerie	Tout compris, fourniture et pose	160.00	
Supplément de prix pour 100 mètres de distance en plus	Tout compris	6.50	

ARRÊTÉ RÉGLEMENTAIRE

Pour le service des Barrières de passages à niveau,

Adopté par la Compagnie de l'Est.

ARTICLE PREMIER. — Les passages à niveau établis pour la traversée des chemins de fer de l'Est sont divisés en cinq catégories.

ART. 2. — Dans la première catégorie sont compris les P. à N. des routes impériales et départementales, et ceux des chemins vicinaux présentant une fréquentation exceptionnelle.

Les barrières de ces passages à niveau restent habituellement ouvertes ; elles seront fermées lorsqu'un train sera en vue ou attendu.

Le service en est fait jour et nuit, par des agents qui doivent être présents à ces P. à N. pendant toute la durée de la fermeture. Ce service peut être confié à des femmes.

ART. 3. — La deuxième catégorie comprend les P. à N. des chemins d'une fréquentation ordinaire.

Sur les chemins de fer à très-grande circulation de trains, ces P. à N. sont habituellement fermés jour et nuit, et ouverts à la demande des passants.

Sur les chemins de fer à moyenne ou à faible circulation de trains, ils sont :

Ouverts habituellement le jour, c'est-à-dire entre le lever et le coucher du soleil ;

Fermés habituellement et ouverts à la demande des passants pendant la nuit (voir l'article 7).

ART. 4. — Dans la troisième catégorie sont rangés les P. à N. des chemins dont la fréquentation est peu considérable.

Ils sont habituellement fermés, jour et nuit, et ouverts à la demande des passants.

ART. 5. — Les P. à N. soit pour voitures, soit pour piétons, concédés à des particuliers, à charge par eux d'en assurer la manœuvre, forment la quatrième catégorie.

Les barrières en sont fermées à clef par les particuliers, manœuvrées par eux sous leurs propre responsabilité.

ART. 6. — Dans la cinquième catégorie sont rangés les P. à N. publics pour piétons.

Les portillons pour piétons isolés ou accolés aux P. à N. des trois premières catégories ne sont jamais fermés à clef et sont manœuvrés par les passants.

ART. 7. — Sur les chemins de fer à faible et à moyenne circulation, la compagnie peut, sans autorisation préalable, laisser ouverts les passages à niveau des deuxième et troisième catégories au delà des limites spécifiées dans les articles 3 et 4 ci-dessus, suivant les besoins de la circulation.

En tout cas, sur les lignes où le service de nuit est interrompu, les barrières doivent rester ouvertes entre le passage du dernier train du soir et celui du dernier train du matin.

ART. 8. — Sur les points où la fréquentation serait nulle pendant la nuit, ou à certaines époques de l'année, certains P. à N. désignés spécialement pourront être tenus complétement fermés pendant une partie de la nuit ou de l'année.

ART. 9. — Lorsque l'ouverture d'une barrière est demandée, l'agent chargé de la manœuvre doit s'assurer que les voies peuvent être traversées avant l'arrivée d'un train ; dans ce cas il ouvre les barrières en commençant par celle de sortie, et les referme immédiatement.

Aux P. à N. fermés par des barrières manœuvrées à distance, la demande d'ouverture se fait au moyen d'une sonnette.

De son côté, l'agent chargé de la manœuvre, avant de fermer la barrière, en avertit par plusieurs coups de sonnette.

ART. 10. — Les barrières des P. à N. qui sont habituellement ouvertes, doivent être fermées cinq minutes avant l'heure réglementaire du passage des trains réguliers ou annoncés ; on les rouvre immédiatement après le passage des trains. Pendant qu'elles sont ainsi

fermées, leur ouverture, lorsqu'elle est demandée, a lieu dans les conditions et conformément aux prescriptions de l'article précédent.

Lorsqu'un passage à niveau, voisin d'une station, sera dans le cas d'être intercepté pendant plus de dix minutes consécutives, par des trains en stationnement ou en manœuvre, le préfet fixera, s'il y a lieu, sur la proposition de l'ingénieur en chef du contrôle et la Compagnie entendue, la durée maximum de l'interruption du passage.

Art. 11. — Pendant la partie de la nuit où il y a des mouvements de trains, les P. à N. de première catégorie sont éclairés par un feu.

Art. 12. — En cas de fort-brouillard, le service de P. à N. sera soumis pendant le jour aux mêmes règles que pendant la nuit.

Art. 13. — Le classement des passages à niveau dans chacune des catégories ci-dessus déterminées et l'application des dispositions de l'article 8 du présent arrêté seront réglés, sur la proposition de la Compagnie, par des arrêtés préfectoraux qui seront soumis à l'approbation ministérielle.

Art. 14. — Les préfets des départements traversés par les chemins de fer de l'Est, et l'ingénieur en chef du contrôle, sont chargés d'assurer l'exécution du présent arrêté.

Projet d'arrêté de classement.

Article premier. — La ligne de .... est comprise parmi les chemins à circulation. Les passages à niveau y sont classés ainsi qu'il suit :

Nos d'ordre.	DÉSIGNATION et numéros d'ordre par commune.	POSITION kilométrique.	Catégorie.	CLASSEMENT des routes et chemins traversés.	SYSTÈME des barrières.	OBSERVATIONS.

Art. 2. — Conformément à l'article 8 du règlement ci-dessus, la circulation pourra être complétement interdite pendant les intervalles ci-après, aux passages à niveau qui suivent :

Nos d'ordre.	DÉSIGNATION et numéros d'ordre par commune.	POSITION kilométrique.	INTERVALLES DE TEMPS pendant lesquels les barrières seront maintenues constamment fermées chaque jour.

Art. 3. — La circulation pourra être complétement interdite, sauf pendant les périodes de culture ou de récolte et pendant les périodes de vendanges, des coupes de bois, qui seront indiquées par les maires ou par l'administration forestière, sur les P. à N. ci-après :

(Suit l'énumération).

Art. 4. — L'ingénieur en chef du contrôle est chargé d'assurer l'exécution du présent arrêté.

A ...., le

L'article 3 du projet de l'Est tend à consacrer, pour la majeure partie de ce réseau, une innovation importante au profit de la liberté de la circulation sur une classe de passages

assez nombreuse. Cet article est, au contraire, restrictif pour les lignes qui, comme celles d'Alsace, sont depuis longtemps en possession d'un régime plus large, puisque les barrières y sont, sans distinction de catégories, habituellement ouvertes la nuit comme le jour. Mais l'article 7 réserve à la fois les droits acquis et la faculté d'étendre dans une mesure plus ou moins large, le même régime à d'autres lignes.

Les avantages de ce régime commencent à être tellement appréciés par les populations, que le conseil général du département du Bas-Rhin demandait récemment son application générale à la partie de la ligne de *Paris à Strasbourg* comprise dans ce département. C'était aller trop loin ; sur une ligne à aussi grand trafic et à trains rapides, la sécurité serait compromise par l'ouverture permanente des barrières ; elle entraînerait nécessairement un gardiennage à poste fixe, c'est-à-dire qu'il n'y aurait plus qu'une seule catégorie de barrières : la première.

L'article 9 reproduit, dans les mêmes termes que précédemment, la recommandation adressée aux gardes de s'assurer que « les voies pourront être traversées avant l'arrivée d'un train ». Il va sans dire que les conditions du tracé ne permettant pas au garde de constater le fait par lui-même, des mesures spéciales devront y pourvoir. En inscrivant cette simple mention dans le règlement, on aurait amélioré une rédaction qui prête aujourd'hui à la critique et dont le silence sur ce point s'expliquait à une époque où on n'avait pas encore appliqué à quelques passages à niveau des signaux d'avertissement ou des disques à distance. Il y a donc là un sous-entendu, mais heureusement pour des cas très-rares.

Nouveau règlement du réseau de Paris à la Méditerranée

pour le SERVICE DES BARRIÈRES *des passages à niveau.*

Ce règlement a été approuvé par une décision ministérielle du 31 décembre 1866. C'est le plus récent sur la matière. Il se trouve en plusieurs points calqué, à très-peu près, sur celui de l'Est ; mais il en diffère par plusieurs dispositions essentielles.

Ainsi, il part de ce principe, *qu'il existe une maison de garde à chaque passage à niveau.* Il doit en être ainsi sur les lignes à très-grand trafic et à grande vitesse, sur lesquelles ces passages ne peuvent être admis qu'avec une grande réserve, et sont dès lors peu nombreux.

Mais étendre le même principe aux *lignes secondaires*, peu productives, serait tout à la fois grever leur établissement de dépenses considérables, pour les déviations de chemins, constructions de maisons, et imposer aux populations des surcroits de parcours et des embarras qui ne sont plus alors réclamés par la sécurité.

On ne peut d'ailleurs véritablement songer à exiger un *garde logé* pour chacun des passages de ces lignes qui en ont souvent deux, trois et au delà par kilomètre.

Le règlement de la Méditerranée fait, d'un autre côté, une part moins large à *l'ouverture habituelle des Barrières ;* il n'admet cette situation que pendant le jour seulement, et pour les passages de la première catégorie, et pour ceux de la deuxième catégorie « *placés sur des lignes à moyenne ou à faible circulation de trains* ».

Il prévoit toutefois l'application des barrières manœuvrées à distance.

Arrêté du 31 Décembre 1866.

ARTICLE PREMIER. — Les passages à niveau établis pour la traversée des chemins de fer de Paris-Lyon et la Méditerranée sont divisés en cinq catégories.

ART. 2. — Dans la première catégorie sont compris tous les passages à niveau pour voitures, ouverts, en moyenne, plus de cent fois par vingt-quatre heures.

Pendant le jour, les barrières de ces passages à niveau restent habituellement ouvertes : elles sont fermées lorsqu'un train sera en vue ou attendu.

Pendant la nuit elles sont habituellement fermées.

Le service en est fait, jour et nuit, par des agents qui doivent être constamment à portée de ces passages. Pendant le jour seulement, ce service peut être confié à des femmes.

Art. 3. — La deuxième catégorie comprend les passages à niveau pour voitures, ouverts, en moyenne, de cinquante à cent fois en vingt-quatre heures.

Pendant le jour : 1° Sur les lignes à très-grande circulation de trains, les barrières sont habituellement fermées; elles sont ouvertes à la demande des passants ; 2° Sur les lignes à moyenne ou à faible circulation de trains, les barrières sont habituellement ouvertes.

Pendant la nuit, les barrières sont habituellement fermées sur toutes les lignes.

Un homme, logé dans une maison contiguë au passage à niveau, est tenu de se rendre à l'appel de toute personne qui demande l'ouverture des barrières.

Art. 4. — Dans la troisième catégorie sont rangés les passages à niveau pour voitures, ouverts, en moyenne, moins de cinquante fois par vingt-quatre heures.

Il sont habituellement fermés jour et nuit, et ouverts, à la demande des passants, par l'agent logé dans la maison contiguë au passage à niveau.

Art. 5. — Les passages à niveau, soit par voitures, soit par piétons, concédés à des particuliers, à charge par eux d'en assurer la manœuvre, forment la quatrième catégorie.

Les barrières en sont fermées à clef par les propriétaires, et manœuvrées par eux sous leur propre responsabilité.

Art. 6. — Dans la cinquième catégorie, sont rangés tous les passages à niveau publics pour piétons, isolés ou accolés à des passages pour voitures.

Ces passages sont fermés par de petites barrières ou portillons que les passants ouvrent eux-mêmes à leurs risques et périls, et qui se referment par leur propre poids.

Art. 7. — Sur les lignes n'ayant pas de service de nuit, les barrières des passages à niveau des première, deuxième catégories restent ouvertes, sauf les nécessités de service, entre le dernier train du soir et le premier train du matin.

Art. 8. — Sur les points où la fréquentation serait nulle pendant une partie du jour ou de la nuit, ou à certaines époques de l'année, certains passages à niveau, désignés spécialement, pourront être tenus constamment fermés pendant une partie du jour ou de la nuit.

Art. 9. — Lorsque l'ouverture d'une barrière est demandée, l'agent chargé de la manœuvre doit s'assurer que les voies peuvent être traversées avant l'arrivée d'un train.

Dans ce cas, il ouvre les barrières, en commençant par celle de sortie, et les referme immédiatement.

Il devra refuser d'ouvrir, lorsqu'un train arrivant sera en vue à moins de deux kilomètres, ou sera annoncé, soit par la corne d'appel du garde voisin, soit par tout autre moyen.

Aux passages à niveau, fermés par des barrières manœuvrées à distance, la demande d'ouverture se fera au moyen des sonnettes; et, de son côté, l'agent chargé de la manœuvre devra, avant de refermer la barrière, en avertir par plusieurs coups de sonnette.

Art. 10. — Les barrières des passages à niveau qui sont habituellement ouvertes, doivent être fermées cinq minutes avant l'heure réglementaire du passage des trains réguliers ou annoncés; on les rouvre immédiatement après le passage de ces trains. Pendant qu'elles sont ainsi fermées, leur ouverture, lorsqu'elle est demandée, a lieu dans les conditions et conformément aux prescriptions de l'article précédent.

Lorsqu'un passage à niveau, voisin d'une station, sera dans le cas d'être intercepté, pendant plus de dix minutes consécutives, par des trains en stationnement ou en manœuvre, le préfet fixera, s'il y a lieu, sur la proposition de l'ingénieur en chef du contrôle et la Compagnie entendue, la durée maximum de l'interruption du passage.

Art. 11. — Pendant toute la partie de la nuit où il y a des mouvements de trains, et tant que les barrières sont maintenues fermées, les passages à niveau de première catégorie sont éclairés de deux feux.

Ceux de deuxième catégorie sont éclairés d'un feu.

Ceux des autres catégories ne sont pas éclairés, à moins de prescriptions spéciales de l'administration supérieure.

Art. 12. — Le classement des passages à niveau dans chacune des catégories ci-dessus déterminées et l'application des dispositions de l'article 8 du présent arrêté seront réglés, sur la proposition de la Compagnie, par des arrêtés préfectoraux qui seront soumis à l'approbation ministérielle.

Paris, le 31 *décembre* 1866.

Ce règlement paraît avoir été étudié par la Compagnie elle-même, surtout en vue des lignes principales. Il faut bien qu'il en soit ainsi, dès que le règlement se compose de prescriptions absolues. Mais il peut arriver que ces règles, seulement suffisantes pour les grandes lignes, aient quelque chose d'excessif pour les lignes secondaires, et cela, non-seulement au point de vue de l'intérêt économique de la Compagnie, mais aussi au point de vue de la gêne imposée à la circulation transversale. Tel est le double écueil que le projet de l'Est a cherché à éviter.

Il s'attache à définir nettement les obligations de la Compagnie, les conditions d'ouverture et de fermeture de chaque catégorie de passages à niveau ; mais quant aux moyens d'exécution, il évite de lier les mains à la Compagnie. Ainsi il n'y est pas question de maisons de gardes, quoique leur fréquente nécessité résulte des dispositions mêmes du projet, telles que la présence obligatoire d'un agent aux passages de la première catégorie, pendant toute la durée de la fermeture (art. 2), et la faculté de confier le service à des femmes, ce qui implique l'existence d'une maison de garde. Si donc le mot n'est pas dans le projet, la chose y est. Mais la Compagnie resterait juge des cas où elle devrait l'appliquer pour remplir ses obligations.

Au lieu d'exiger, comme le règlement de la Méditerranée, la présence constante d'un agent à portée des passages de la première catégorie, le projet de l'Est ne parle que de périodes de fermeture ; mais il exige que l'agent soit alors non-seulement à portée du passage, mais présent sur le passage même. Il importe, en effet, qu'il en soit ainsi, afin qu'en cas de retard d'un train, l'article 9 soit appliqué, s'il y a lieu, sans perdre un temps précieux.

En somme, il s'agit d'assurer la sécurité, en gênant le moins possible la circulation transversale, en grevant le moins possible l'exploitation ; et puisque les conditions du problème varient singulièrement d'un point à l'autre, il est tout naturel que la solution varie également. Il y a plus : ce n'est pas seulement d'un passage à l'autre, mais souvent aussi pour le même passage, d'une époque à l'autre, que ces conditions se modifient. La circulation, très-faible pendant des mois entiers, est parfois très-active et très-continue pendant d'autres. Appliquer en tout temps à ces passages l'ouverture habituelle, c'est imposer à la Compagnie des manœuvres de barrières absolument inutiles pendant la période de stagnation de la circulation ; leur appliquer en tout temps la fermeture habituelle, ou même le régime mixte de la deuxième catégorie (art. 3 du projet de l'Est ; art. 3 du règlement de la Méditerranée), c'est-à-dire l'ouverture pendant le jour, la fermeture pendant la nuit, c'est imposer à la circulation transversale, pendant ses périodes d'activité, des entraves sérieuses. Ce qui convient à de tels passages, c'est un régime variable comme leurs conditions elles-mêmes : fermeture habituelle pendant les périodes de stagnation, ouverture habituelle pendant les périodes d'activité. Cette appropriation du régime à des éléments aussi mobiles est assurément très-logique ; on ne peut la réaliser que par un règlement, absolu quant aux principes, mais flexible dans l'application.

CHAPITRE V

MATÉRIEL DU SERVICE COMMERCIAL

Pl. 45.

§ 1. — GRUES A RÉVOLUTION PARTIELLE.

Cette classe comprend les grues adossées à un mur ou à un poteau de bâtiment, ainsi que celles dont le pivot posé sur le sol est retenu à sa partie supérieure par des étais ou des haubans.

Les grues adossées se composent de trois parties :

Un pivot en fer, en fonte ou en bois, maintenu à sa partie supérieure par des colliers, et à sa base par une crapaudine; une flèche en bois, en fonte ou en fer, reliée à ce pivot au moyen de tirants ou d'étais; un treuil d'autant plus compliqué que la force exigée de l'appareil est plus grande. Ce treuil agit à l'une des extrémités d'une corde ou d'une chaîne, passant sur une poulie placée au bout libre de la flèche, et qui va s'accrocher par son autre extrémité au fardeau à soulever.

1. GRUE DE 1,000 KILOGRAMMES SUR QUAI COUVERT.

Pour les quais couverts des halles à marchandises on emploie souvent de petites grues de ce genre et dont la force est de 1,000 kilogrammes.

Dans ces appareils la flèche est en fonte avec nervures, et évidemment elle supporte le treuil qui se compose d'un pignon à manivelle et d'une grande roue dont l'axe porte le tambour d'enroulement de la chaîne.

Le pivot consiste en un tourillon à double mouvement attaché au sol, et les tirants prennent leur point d'attache au mur contre lequel est adossée la grue.

2. GRUE ADOSSÉE A PIVOT TOURNANT DE 1,000 KILOGRAMMES.

Ce type d'appareils est employé surtout dans les bâtiments à plusieurs étages, tels que les économats ou ateliers à étages; on l'installe à l'étage le plus élevé, afin de desservir tous les étages à la fois.

Il est appliqué à l'extérieur du mur et se manœuvre de l'intérieur du bâtiment.

Un pivot vertical est fixé le long du mur, par un collier au haut et une crapaudine au bas. La flèche est reliée à ce pivot à l'aide de tirants horizontaux et elle porte à son extrémité supérieure une poulie recevant la chaîne qui est renvoyée sur une autre poulie fixée près de la partie supérieure du pivot sur le dernier tirant. De là la chaîne descend le long du pivot et se rend sur le tambour du treuil dont l'axe est perpendiculaire au mur. Ce tambour est à l'extérieur, tandis que les engrenages et le frein du treuil se trouvent à l'intérieur du bâtiment.

La force des grues de ce genre est ordinairement de 1,000 kilogrammes.

3. GRUE A ÉTAIS A PORTÉE VARIABLE.

Les grues à étais ont l'avantage de n'exiger aucune fondation, et cependant on peut atteindre facilement avec ces appareils une force de 4,000 kilogrammes.

On peut de plus les placer partout où se présente un travail temporaire à effectuer.

Le pivot vertical est fixé à sa base par une crapaudine reposant sur une pierre de taille enfoncée dans le sol; à la partie supérieure il est maintenu par un collier que portent trois étais dont les pieds forment un triangle et qui sont fixés sur un bloc de pierre.

La flèche est mobile dans le plan vertical et se fixe à la base du pivot à l'aide d'un tourillon; sa partie supérieure reçoit un tirant dont l'extrémité opposée porte une poulie qui reçoit une corde fixée par une des extrémités au haut du pivot et qui descend le long de

ce pivot pour s'enrouler sur le tambour d'un petit treuil situé au-dessus du treuil de soulèvement; en agissant sur ce treuil on peut faire varier à volonté la portée de la flèche.

§ 2. — GRUES PIVOTANTES A RÉVOLUTION COMPLÈTE.

Ces appareils sont de deux espèces : ceux dont le pivot est maintenu à ses deux extrémités inférieure et supérieure, par des attaches, à la construction dont ils dépendent, et ceux qui prennent leur résistance en dessous du sol ; ces derniers appareils se subdivisent eux-mêmes en grues à pivot fixe et grues à pivot tournant.

Les grues à révolution complète dont le pivot est maintenu à ses deux extrémités, sont employées surtout dans les halles à marchandises et les ateliers.

On voit plusieurs de ces appareils en bois et de la force de 1,000 à 1,500 kilogrammes dans la gare à marchandises du chemin de fer d'Orléans à Paris.

1. GRUE PIVOTANTE EN FONTE A PIVOT FIXE DE 5 TONNES.

Chemins de fer de l'Est.

La grue ordinaire, pour le service des petites gares à marchandises du chemin de fer de l'Est, est à pivot fixe et à volée mobile en fonte roulant autour du pied du pivot au moyen de deux galets résistants.

Le bâti en fonte à évidements, qui reçoit les axes des manivelles et des roues d'engrenage, tourne lui-même autour du pivot, qu'il coiffe à son sommet au moyen d'une pièce transversale à crapaudine, nervure et boulons.

Le mouvement peut être ralenti à volonté dans le rapport de 16 à 1 ou de 70 à 1, selon que l'on fait agir le pignon de la manivelle directement sur la roue du tambour ou indirectement par l'intermédiaire d'une roue d'engrenage moyenne.

Une grue de ce genre pèse environ 3,400 kilogrammes et coûte 4,400 francs.

Les grues du même type de la force de 3,500 kil. ou de 8,000 kil. en fer et fonte coûtent, la première 3,100 francs construite en bois et fer, et la seconde 7,000 francs.

Le type moyen de 5,000 kilogrammes a été publié dans tous ses détails dans la livraison de janvier 1856 du *Portefeuille des machines*.

2. GRUE A PIVOT TOURNANT DE 10 TONNES.

Chemins de fer de l'Est.

Pl. 45. — Fig. 1.

Le pivot en tôle est logé dans un puits en maçonnerie parfaitement étanché, dont la hauteur est de 3 0/0 et qui repose sur un massif en béton de 0,90 d'épaisseur.

Le niveau supérieur de la fondation reçoit un pavage et une bordure en pierre de taille; il se trouve à 1,25 au-dessus de la voie.

Une couronne de galets à axes verticaux entoure, à la partie supérieure de la fondation, le pivot qui vient y prendre l'un de ses points d'appui lorsqu'il est en charge; l'autre point d'appui lui est fourni par une crapaudine fixée au fond du puits de fondation.

La flèche est en tôle, et les tirants en fer qui soutiennent sa tête viennent se fixer au haut du pivot, qui porte le treuil de manœuvre à sa partie postérieure.

3. GRUE A PIVOT TOURNANT EN FER ET EN TOLE SANS FONDATION.

Pl. 45. — Fig. 2.

Les grues sans fondation possèdent l'avantage de pouvoir être changées de place à peu de frais; de plus, le système métallique qui établit leur stabilité n'est pas d'un prix plus élevé que la maçonnerie qu'il épargne.

Le pivot tournant en tôle et cornières ainsi que la flèche est logé dans un cuvelage intérieur qui repose sur une couronne extérieure de grand diamètre, à fleur du sol.

Le cuvelage extérieur A est en tôle et fonte en trois parties; il contient le lest en sable et est appuyé par sa couronne externe sur un ballast bien bourré.

Le cuvelage intérieur en fonte C est d'une seule pièce; il sert de chemin au roulement des galets et forme un puits étanche autour du pivot et de la crapaudine inférieure, à laquelle il donne accès par un trou d'homme.

Un plateau en fonte B, d'une seule pièce, est claveté entre les deux cuvelages, et sert de plate-forme autour de la grue.

Le treuil de manœuvre E est fixé au haut du pivot, à la partie postérieure de l'appareil. Il est à noix avec deux vitesses, cliquet de retenue et frein pour la descente.

Si la résistance du terrain est trop faible, il suffit d'allonger le cône du cuvelage extérieur, et de prolonger au besoin le cuvelage intérieur au delà de la base du cuvelage extérieur.

La force de ces appareils est de 3, 6 et 10 tonnes avec 5 mètres de portée et 6 à 7 mètres de hauteur sous flèche.

4. GRUE PIVOTANTE A VAPEUR DE 5 TONNES.

Chemin de fer d'Orléans.

Cet appareil est sans point d'appui supérieur; le pivot en fonte est surmonté d'un bâti mobile de même métal dont les joues portent le treuil, la transmission qui lui communique le mouvement et le point d'articulation de la volée.

Cette dernière pièce est en tôle et à section rectangulaire; elle est fixée au bâti par des tiges en fer reliées entre elles par de petites entretoises également en fer. Les deux flasques en tôle qui composent la volée, comprennent, à leur partie supérieure, une roue dentée engrenant avec une chaîne de Galle qui sert à élever les fardeaux.

La machine à vapeur est horizontale et se trouve entre deux flasques horizontales situées dans le plan des flasques verticales qui surmontent le pivot. Elle équilibre donc le poids de la volée et du fardeau à soulever.

La hauteur de la roue, fixée au sommet de la volée, au-dessus du sol, est de $7^{m},50$; la portée de la grue est de $6^{m},20$, et sa force de 5,000 kilogrammes.

Le détail de la construction de cet appareil est donné par la planche 15 de l'année 1860 du *Portefeuille économique des machines.*

5. GRUES PIVOTANTES A VAPEUR.

Ces grues sont employées au port de Bordeaux; elles ont aussi servi aux travaux de dévasement du port de La Rochelle; une autre grue du même type de la force de 6 tonnes est employée dans le port de Barcelone.

La colonne de la grue est formée par la chaudière verticale elle-même qui est placée au-dessus du sol et se prolonge au-dessous par une flasque en fonte, formant en même temps le cendrier et le réservoir d'eau d'alimentation.

Le mouvement de rotation du pivot peut être donné à l'aide d'une manivelle, ou aussi par la machine à vapeur.

La grue de 6 tonnes du port de Barcelone a une volée et une hauteur verticale de la flèche qui sont toutes deux de $9^{m},50$. Son prix est de 10,000 francs.

Voici, d'ailleurs, le prix des diverses forces de grues du système Maldant :

Grues de	250	kilogrammes	2,500 fr.
—	500	—	3,500
—	1,000	—	5,500
—	2,000	—	7,800
—	5,000	—	9,800
—	10,000	—	15,000
—	25,000	—	28,000

Pour de plus amples renseignements sur ce système de grues à vapeur, nous renvoyons au numéro d'octobre 1861, pl. 43, du *Portefeuille des machines.*

6. GRUES HYDROSTATIQUES DE LA GARE DE LA RAPÉE.

Ces grues sont installées sur une charpente en bois à cause de la nature du terrain, qui est rapporté en cet endroit. Dans d'autres conditions, la maçonnerie suffit.

La partie essentielle de l'appareil hydrostatique est un piston plongeur, mobile dans un cylindre presseur fixe, dans lequel l'eau peut entrer et sortir par une ouverture latérale. Afin que, par un mouvement relativement faible de piston, il se produise une élévation considérable de la charge, on fait passer la chaîne sur plusieurs poulies fixées les unes au fond du cylindre et les autres à la tête du piston et qui forment un système de moufles; la chaîne, après avoir passé sur ces poulies, vient ensuite se fixer au cylindre.

Le pivot de ces grues repose sur une crapaudine avec frottement de fonte sur fonte; cette dernière est percée, en son centre, d'un trou permettant à la chaîne de levage de circuler librement. Le cylindre dont le piston produit l'élévation des fardeaux est fixé à la crapaudine avec une inclinaison à volonté sur le plan horizontal. Quand l'espace le permet, on le place verticalement; on évite ainsi les frottements, et de plus le piston peut peut toujours redescendre de lui-même par son propre poids ou par l'action d'un contrepoids, lorsqu'on laisse écouler l'eau hors du cylindre pour faire redescendre la chaîne; la pression exercée alors par le piston sur l'eau suffit pour l'élever jusque dans le réservoir.

Deux cylindres horizontaux servent à orienter la grue, car les pistons portent à l'extérieur une poulie à gorge sur laquelle passe une chaîne amarrée aux extrémités et s'engrenant sur une poulie à croix calée sur le pivot.

Les deux types de grues de ce système, employés à la gare de la Râpée, à Paris, sont celui de 1,500 et celui de 3,000 kilogrammes. Le poids du premier est de 2,720 kilogr., et son prix est de 3,500 fr.; le second pèse 5,145 kilogr. et coûte 6,625 fr.

Les livraisons de Janvier, Avril et Mai du *Portefeuille des machines* de l'année 1866 donnent les détails les plus complets sur les divers appareils à moteur hydraulique de la gare de la Râpée-Bercy, ainsi que sur leur installation.

POIDS ET PRIX DES GRUES PIVOTANTES.

Grue de 12 tonnes à pivot fixe. — Type de Cordoue à Séville.

	Kil.
Fonte	9.520.890
Ferrures	1.132.270
Chaîne	454.000
Tôle et cornières	645.500
Acier	13.110
Bronze	26.230
Poids total	11.729.000

Le prix en est d'environ 5,500 fr.

Grue de 5 tonnes, à pivot tournant, à tambour, avec pivot et flèche en bois.

Appareil, 5,200 kil				2,600 fr.
Fondations	Fouille	47^{mc}000	55 fr.	
	Béton	11 000	142	
Maçonnerie	Ordinaire	17 000	256	
	Smillée	2 600	61	
Pierre de taille			52	
Plomb pour scellements			62	
Divers			92	
			720	720
		Prix total		3,320 fr.

Grues de 6 tonnes à pivot tournant. — Paris-Lyon-Méditerranée.

		Kil.
Fonte	Cuvelage et fondation	3,000
	Pivot et crapaudine	2,330
	Bâti, tambour et mécanisme	1,550
Fers		706
Tôles		600
Acier et étoffe		11
Chaîne de $0^m,20$, longue de 20 mètres		170
Bronze		33
	Poids total	8,400

Le prix total en est d'environ 4,000 francs.

Grues de 10 tonnes à pivot tournant. — Est.

	Kil.
Fonte	7,181
Fers	760
Chaîne et crochets	274
Tôle	414
Bronze	23
Poids total	8,642

Le prix total est d'environ 4,000 francs.

§ 3. — GRUES ROULANTES.

1. GRUE ROULANTE LOCOMOBILE DE 4,000 ET 8,000 KILOGRAMMES.

Chemin de fer de l'Ouest.

Pl. 45. — Fig. 3.

La grue roulante employée généralement aux chemins de fer de l'Ouest a une force de quatre tonnes quand elle est libre, et de six tonnes quand elle est fixée aux rails de la voie à l'aide de griffes.

Cet appareil se compose d'un bâti portant la flèche, le treuil et les accessoires, et d'un train à quatre roues destiné à circuler sur les voies ordinaires, et supportant le bâti par l'intermédiaire d'un pivot.

On peut se servir de cette grue pour la manœuvre des fardeaux dans les gares ou sur la voie, sa flèche étant disposée pour être abaissée en marche lorsque l'appareil est accroché à un train.

Le bâti est maintenu en équilibre au moyen d'un contre-poids dont on fait varier le bras de levier d'après la charge appliquée à la flèche.

Enfin, on dispose quelquefois la flèche de manière à pouvoir faire varier dans certaines limites la volée ou portée. Cette précaution est bonne à prendre, en ce qu'elle permet d'opérer avec l'appareil de nombreuses manœuvres qu'on ne peut souvent effectuer qu'avec le secours d'autres engins plus embarrassants, moins sûrs et exigeant un développement de main-d'œuvre plus considérable.

Poids et prix de revient.

Fonte :	Bâti	2,520k
—	Pivot	700
—	Flasques et pièces diverses	2,286
—	Contre-poids	3,000
—	Tête et bas de flèche	340
—	4 boîtes à graisse	148

Fonte :	4 faux tampons	97^k	
—	2 paires de roues	1,476	
—	4 tampons	107	
—	4 rondelles de tampons	16	
—	4 chaînes de sûreté	48	
—	2 tendeurs	24	
—	4 marchepieds	32	
—	4 tiges de pression	52	
—	4 griffes	77	
—	Crochet et chape d'enlevage	36	
—	Divers	981	
—	Chaîne	165	
—	8 plaques de garde	265	
			$3,280^k$
Tôle pour flèches			271
Acier			8
Bronze			25
Caoutchouc			13
Poids, non compris les bois			$12,668^k$

Bois : 4 palettes de marchepieds.	0,400 × 0,200 × 0,030 =	0^{mc},009600
— *Id.*	0,300 × 0,180 × 0,030 =	0 ,006480
— 2 traverses de châssis	3,410 × 0,100 × 0,280 =	0 ,190480
— planches	3,200 × 3,270 × 0,050 =	0 ,523200
		0^{mc},729680

Le prix de cette grue est de 9,500 francs ; il faut y ajouter 1,500 francs pour la valeur des deux essieux montés munis de roues de tender, ce qui donne un prix total de 11,000 francs.

Croisillons d'accrochage.

Lorsque le fardeau à manœuvrer présente de grandes dimensions, on éprouve des difficultés pour l'accrocher à la chaîne.

L'emploi des croisillons en fer est alors d'un grand secours pour ménager la charge à soulever.

Le prix d'un croisillon en fer à T pour 4 tonnes, pesant 170 kilogrammes, est de 144 fr. 50 centimes.

2. GRUE ROULANTE A FLÈCHE MOBILE.

Chemin de fer de Séville à Cordoue.

Le type de cette grue est semblable au précédent, étudié par M. Malo, ingénieur du chemin de fer du Midi, pour le service de cette ligne, et modifié une première fois par M. Fauconnier, qui y appliqua la chaîne de Galle.

Dans son application au chemin de Séville à Cordoue, M. Richoux a encore fait diverses modifications nouvelles, consistant :

1° Dans la suppression des engrenages destinés à faire mouvoir la grue sur les voies de service ;

2° Dans la substitution d'une chaîne ordinaire à la chaîne de Galle, qui ne peut supporter une torsion sans se rompre ; les maillons de la chaîne sont pris par un pignon afin d'éviter un tambour ;

3° Dans la modification complète du système d'abatage de la flèche, dont les tirants sont reliés près du bâti par une entretoise en fer, dont les extrémités reçoivent une bielle boulonnée à la partie inférieure du bâti qui forme avec le tirant et la flèche un triangle

à peu près rigide, mais dont l'un des sommets est lié d'une manière permanente à la partie inférieure du bâti par un axe de rotation, et dont un second sommet peut être rendu solidaire du même bâti par un cliquet à contre-poids et à canne, venant s'enclancher sur l'extrémité de l'entretoise en fer. Ce cliquet est disposé de telle sorte que lorsque la flèche abaissée vient à se relever, les extrémités de l'entretoise rencontrent et soulèvent la canne; par suite, le cliquet qui retombe rend l'entretoise solidaire du bâti. Deux clavettes disposées sur chaque flasque du bâti complètent ce système d'attache et viennent soulager les cliquets.

Par cette disposition, on n'a, pour abaisser la volée, qu'à retirer les clavettes, fixer le crochet de la chaîne à l'anneau du pied de la grue, soulever les cliquets, et laisser dévider la chaîne en modérant le mouvement par le frein.

La description détaillée et les dessins de cet appareil se trouvent dans la livraison d'octobre 1860, pl. 44, du *Portefeuille des Machines*.

3. GRUE LOCOMOBILE A VAPEUR DE 6 TONNES.

Système TAYLOR et Ce.

Pl. 45. — Fig. 4.

La grue de MM. J. TAYLOR et Ce, de Birkenhead, est montée sur un châssis en fonte et fer, porté par quatre petits chariots munis chacun de deux roues.

La machine est à deux cylindres, et sa disposition permet de faire tous les mouvements à la vapeur, y compris l'élévation et l'abaissement de la volée. Elle est conduite par un seul homme et se transporte sur une voie ferrée sous l'action de son moteur. Le foyer de la chaudière ne brûle guère que 25 kilogrammes de charbon à l'heure.

Le prix de cette machine est de 10,5000 francs.

§ 4. — TREUILS-CHARIOTS A SIMPLE ET DOUBLE MOUVEMENT.

Il faut distinguer ces appareils de levage en deux classes :

Les grues ou treuils à chariot sur pivot ;

Les treuils-chariots proprement dits, ou à pont roulant.

1. TREUILS A CHARIOT SUR PIVOT.

Les premiers appareils sont composés d'une grue à levier mobile, ou d'un treuil circulant sur une poutre horizontale reliée par des étançons à un pivot mobile.

Ces appareils, dont la force est nécessairement très-limitée, et ne dépasse pas 3,000 kilogrammes, offrent, sur la grue à volée constante, l'avantage de pouvoir manœuvrer les fardeaux sur toute la surface décrite par la révolution de la flèche.

Le treuil-chariot à levier mobile se compose d'un chariot à galets circulant sur un chemin de roulement supérieur, et du treuil proprement dit, dont le mécanisme est placé vers la partie inférieure d'un levier en fer suspendu au tourillon de la poulie accrochée au chariot.

Le levier se termine en haut par un appendice à peu près horizontal, qui sert à porter un poids faisant équilibre au système inférieur ; et en bas par une queue armée d'un galet qui porte sur le sol de la plate-forme.

On a simplifié cet appareil en supprimant le levier et substituant au mécanisme inférieur à pignon et chaîne Galle, un mécanisme à noix et chaîne calibrée, auquel on communique le mouvement au moyen d'un corde sans fin, entraînant dans son mouvement une poulie à gorge qui commande la roue de la noix par l'intermédiaire d'un autre pignon.

On peut encore réduire le nombre des organes en substituant à l'action du treuil celle de poulies différentielles.

Poids et prix d'un treuil-chariot à levier mobile de 3,000 kilogrammes. — Cet appareil

sert aux manœuvres intérieures des halles à marchandises. Son poids se décompose de la manière suivante :

Flèche et chaîne	202 kil.
Deux manivelles	8
Crochet d'enlevage	17
Roues à dents pour chariot	5
Chariot avec quatre galets	109
Contre-poids	98
	439 kil.

Le prix de ce treuil est de 200 francs.

2. TREUIL-CHARIOT A PONT ROULANT EN TÔLE, DE 10 TONNES.

Chemin de fer de Lyon.

Pl. 45. — Fig. 5, 6 et 7.

Le treuil-chariot du chemin de fer de Lyon est à plate-forme ou pont en tôle, soutenue par deux chevalets en bois, distants de 12 mètres l'un de l'autre. La portée des deux poutres en tôle est diminuée à l'aide de consoles en fonte, ayant une saillie de 2^m,50, et fixées sur les montants verticaux des chevalets.

Le mouvement, pour la translation du chariot ainsi formé, est donné aux roues des chevalets à l'aide d'une roue-manivelle et d'engrenages situés à la base des chevalets.

Le treuil qui se meut sur la voie ferrée de la plate-forme a un bâti en fonte formé par deux flasques ovales avec des parties saillantes qui reposent sur les essieux des roues.

Poids et prix de revient. — Le poids des parties métalliques de cet appareil est de 14,050 kilogrammes ainsi décomposés :

Fonte	3,700 kil.
Fer	10,200
Bronze	150
	14,050 kil.

Le cube du bois est de 9 mètres.

Le prix total du treuil-chariot est de 10,200 francs.

3. TREUIL-CHARIOT EN BOIS DE 10 TONNES.

Chemin de fer du Nord.

Ce treuil est destiné à la manutention des pierres dans la gare aux marchandises de La Chapelle, à Paris. Sa portée est de 12 mètres, et il est établi pour élever des fardeaux d'un poids maximum de 10 tonnes.

On trouvera les dessins les plus complets de cet appareil dans le *Portefeuille des Machines* de 1860, Pl. 25 à 28. Nous donnerons seulement ici quelques détails de disposition ainsi que le métré des diverses parties qui le composent.

Description du bâti. — Le bâti se compose de deux chevalets en chêne supportant un tablier horizontal les reliant à environ 5^m,70 au-dessus du sol. Ces chevalets sont formés chacun de deux montants et de deux contre-fiches moisées à leur partie inférieure, et dans le milieu de leur longueur, par des traverses horizontales.

Les moises inférieures reçoivent les supports de l'appareil de translation du bâti, composé, pour chaque chevalet, de deux galets dont l'un porte une roue dentée commandée par un pignon que l'on manœuvre au moyen d'un disque à poignées.

Les montants, contre-fiches et moises, forment un ensemble indéformable, présentant à la partie inférieure une large base, ce qui permet d'écarter l'axe des galets et d'éviter ainsi le balancement du bâti dans le plan des chevalets.

En outre, pour empêcher la déformation du bâti en cas de rupture des arbres de translation, les contre-fiches sont prolongées jusqu'à très-peu de distance du sol, de manière à diminuer la hauteur de chute du bâti.

Le tablier est composé de quatre poutres principales moisant deux à deux les montants des chevalets. Entre deux poutres, il y a des fourrures en bois qui maintiennent leur écartement ; et en outre, les deux poutres de rive qui sont reliées par des étriers doubles à des traverses disposées sur les extrémités des pièces principales.

Sur ces poutres reposent des traverses et un premier plancher en madriers droits, et sur le tout, un second plancher en madriers obliques.

Les traverses reçoivent les montants du garde-corps reliés à leur partie supérieure par une main-courante. Des contrevents obliques butent aux pieds des montants et dans des sabots en fonte traversés par des boulons reliant la main-courante aux poutres de rive. Des contre-fiches s'appuyant sur les montants et sur les traverses du tablier empêchent le déversement du garde-corps.

Pour s'opposer à la déformation de l'ensemble des chevalets et du garde-corps, on a disposé des équerres en fonte à l'extérieur et des contre-fiches à l'intérieur, qui diminuent en outre la portée de la grue.

La rigidité du tablier dans le plan vertical est assurée par la disposition du garde-corps et par une armature avec supports et tirants, pour les poutres principales et les poutres de rive, et dans le plan horizontal, par des contrevents placés sous le premier plancher auquel ils sont assemblés.

Le chemin de roulement du treuil est en fer plat. Il est terminé à ses extrémités par des butoirs en bois, préférables à un rail recourbé, car si le treuil est poussé trop rapidement, il y a choc sur l'extrémité du rail et par suite tendance à le déplacer.

Comme la manœuvre du bâti a lieu en bas de la grue et que celle du treuil a lieu en haut, on établit une communication au moyen d'une échelle disposée de manière à présenter un palier devant elle à sa partie supérieure, ce qui est préférable à la disposition consistant à appuyer l'échelle sur les moises inférieures et sur une traverse en fer fixée sur les poutres principales, près de la partie où s'assemblent les contre-fiches intérieures ; car, outre que le palier est latéral à l'échelle, le manœuvre peut être atteint par le treuil si celui-ci est en mouvement.

La translation du bâti s'effectuant par deux manœuvres séparées, il faut qu'elles s'opèrent bien simultanément afin d'éviter toute déformation dans la charpente.

Description du treuil. — Le treuil est formé par un bâti solide en chêne composé d'un châssis en quatre pièces, deux longerons et deux traverses extrêmes. Sur les longerons reposent des montants reliés par un chapeau. Les chapeaux sont entretoisés par des traverses en bois et par des boulons, leur portée est soulagée par deux contre fiches butant au pied des montants.

Le châssis reçoit les supports de la translation, qui est analogue à celle du bâti de la grue.

Le treuil en lui-même est formé par une grande roue à engrenages sur l'arbre de laquelle est un tambour cannelé servant à l'enroulement de la chaine. Cette roue est commandée par un pignon monté sur l'arbre des manivelles, ou par un autre pignon monté sur un arbre intermédiaire, commandé par l'arbre des manivelles au moyen d'un second pignon monté sur ce dernier arbre, et que l'on fait engrener avec la roue moyenne à l'aide d'un embrayage.

On peut obtenir ainsi deux vitesses d'ascension de la charge par un même effort aux manivelles, ou soulever des charges différentes en faisant varier cet effort.

Un rochet est monté sur l'arbre intermédiaire, sur lequel est calé un frein. Ces dispositions n'offrent rien de particulier.

Les pignons de commande sont pris dans la masse de l'arbre, les paliers supérieurs sont fondus ensemble.

Une modification à apporter au treuil serait de prolonger le plancher des châssis sur lequel se place l'homme manœuvrant le frein, et de l'entourer d'un garde-corps afin d'éviter des accidents résultant de la rupture du frein, et qui consistent à jeter l'homme dans l'espace libre sur le tablier du bâti.

Calculs. — Dans le bâti, les calculs intéressants sont ceux des poutres armées et de la translation.

Pour calculer une poutre armée de cette manière, on se donne une certaine section et on fait l'épure du tirant armant cette poutre, supportant la charge maxima que l'on suppose placée au milieu de la longueur. En la décomposant suivant la direction des tirants, on a l'effort de traction sur ces tirants; la valeur de la compression sur les supports est celle de la charge.

De ce qu'il y a des tirants, il y a compression sur la poutre à ses extrémités; il faut voir alors si la section choisie est suffisante pour résister à cette compression, et l'augmenter ou la diminuer s'il y a lieu.

Quant à la translation, se donnant le rayon du galet de translation et l'effort aux manivelles, on en déduira le rayon du pignon de commande en tenant compte des frottements dus à la charge de tout l'appareil.

Pour calculer le treuil, on se donne la charge maxima à soulever et l'effort que l'on veut exercer aux manivelles; l'on en déduit, en tâtonnant, les dimensions des organes de la transmission; mais on n'a là qu'un résultat approximatif, car il faut tenir compte des frottements des engrenages, des tourillons, etc. Pour avoir la valeur de ces frottements, on cherche le poids approché des pièces et on le fait entrer dans les formules; on arrive ainsi à des dimensions définitives que la pratique peut encore faire modifier.

Le calcul de la translation du treuil et du bâti se feront d'une manière analogue.

Métré, poids et estimation. — Nous donnons ici un métré des bois, le poids des fontes, fers et bronzes, contenus dans les tableaux suivants :

Cube des bois de la charpente de la grue.

DÉSIGNATION.	LONGUEURS.	ÉQUARRISSAGE.	QUANTITÉS.	CUBES.
1° *Charpente du bâti principal.*	m.			m. c.
Montants verticaux	5.70	30/25	4	1.599
Grandes contre-fiches	5.20	30/20	4	1.248
Moises inférieures	4.10	30/20	4	0.960
Moises supérieures	2.80	20/15	4	0.324
Contre-fiches intérieures	3.15	20/10	4	0.504
Poutres principales	14.80	30/15	4	2.664
Poutres de rive (en 3 parties)	14.95	25/15	2	0.889
Traverses extrêmes	3.70	25/15	2	0.282
Traverses des montants	4.00	15/15	2	0.180
Traverses du tablier	1.605	15/15	10	0.362
Contrevents du plancher	1.94	22/8	12	0.410
Madriers extrêmes du plancher droit.	2.92	20/5	8	0.234
Madriers du plancher droit	1.025	20/5	108	1.107
Madriers du plancher oblique, surface 31m,60	1.700	20/3.4	»	1.075
Fourrures extrêmes des pièces principales	1.10	30/10	4	1.132
Fourrures intermédiaires des pièces principales	0.25	30/10	8	0.060
Main courante du parapet (8 parties).	34.16	12/10	»	0.410
Montants du garde-corps	1.00	10/10	14	0.140
Montants extrêmes du garde-corps	0.75	10/10	4	0.030
Contrevents extrêmes du garde-corps.	1.305	8/6	4	0.025
Contrevents du garde-corps	1.320	8/6	20	0.127
Contre-fiches des montants	0.75	8/6	14	0.051
Contre-fiches extrêmes des montants.	0.50	8/6	4	0.010
Montants de l'échelle	5.50	7/6	2	0.046
Echelons	0.60	»	16	
Cube des bois du bâti principal				12.869

DÉSIGNATION.	LONGUEURS.	ÉQUARRISSAGE.	QUANTITÉS.	CUBES.
2° Charpente du treuil.	m.			m. c.
Longerons du châssis	2.25	15/20	2	0.135
Traverses du châssis	1.05	18/10	2	0.038
Montants verticaux	0.55	15/15	4	0.049
Jambes de force	0.65	15/10	4	0.039
Chapeaux des montants	1.20	15/15	2	0.054
Traverses des chapeaux	1.00	20/15	2	0.060
Madriers du plancher	1.00	20/5	2	0.020
Cube des bois du treuil				0.395
Cube total des bois de la grue				13.264

Poids des fontes de la grue.

DÉSIGNATION.	POIDS par pièce.	QUANTITÉS.	POIDS partiels.
1° Fontes du bâti principal.	kil.		
Grands supports	82	2	164
Supports moyens	71	5	284
Petits supports	50	4	200
Supports appliqués doubles	85	2	340
Chapeaux des poutres principales	42.50	4	170
Chapeaux des poutres de rive	25	4	00
Supports des pignons	5.75	4	23
Supports des galets	9.25	8	74
Equerres	66.72	4	266.88
Galets simples	106	2	212
Galets à engrenages	135	2	270
Pignons	10.40	2	20.80
Sabots du garde-corps	20.60	12	31.20
Poids des fontes du bâti principal			2155.88
2° Fontes du treuil.			
Galets de roulement	92	4	368
Grande roue d'engrenage	128	1	128
Roue moyenne	32	1	32
Tambour de la chaîne	171	1	171
Poulie à frein	31	1	31
Poulie à gorge	67	1	67
Rochet d'arrêt	14.50	1	14.50
Volant à poignées	26 50	1	26.50
Grands paliers	30	2	60
Paliers de l'arbre principal	20.50	2	41
Supports d'axe du cliquet	4.25	2	8.50
Supports d'axe du levier du frein	5.40	2	10.80
Supports d'axe du volant à poignée	8	2	16
Boule de contre-poids du levier	15.50	1	15.50
Poids des fontes du treuil			989.80
Poids total des fontes de la grue			3145.68

Poids des fers de la grue.

DÉSIGNATION.	POIDS par pièce.	QUANTITÉS.	POIDS partiels.
	kil.		kil.
1° Fers du bâti principal.			
Tirants des poutres principales...............	72.50	4	300.00
Tirants des poutres de rive et chape....... ...	43.85	2	87.70
Arbres de pignons.........................	7.20	2	14.40
Arbes des galets..........................	9.55	2	19.10
Disques (moyeu en fonte)	36	2	72
Etriers doubles...........................	4.25	4	8.50
Ferrures d'échelle.........................	2.15	2	4.30
Supports d'échelle	1.72	2	3.44
Boulons, n° 1............................	0.17	36	6.12
Id. 2............................	0.69	40	27.60
Id. 3............................	0.80	10	8
Id. 4............................	2.30	12	27.60
Id. 5............................	0.95	8	7.60
Id. 6............................	0.84	12	10.08
Id. 7............................	0.97	8	7.76
Id. 8............................	1.21	4	4.84
Id. 9............................	1.36	8	10.88
Id. 10............................	1.31	8	11.28
Id. 11............................	1.49	4	5.84
Id. 12............................	1.53	4	6.12
Id. 13............................	1.55	4	6.20
Id. 14............................	1.68	4	6.72
Id. 15............................	1.70	8	13.60
Id. 16............................	2.30	12	27.60
Id. 17............................	5.35	4	21.40
Poids des fers du bâti principal..............			708.68
2° Fers du treuil.			
Arbre de la roue moyenne.......	20.80	1	20.80
Arbre du tambour.........................	44	1	44
Arbre des galets..........................	55	2	110
Arbre des manivelles.......................	18.50	1	18.50
Arbre du volant à poignées.................	18	1	18
Etriers de supports et platines...............	5.50	4	22
Frettes aux extrémités du châssis............	0.87	8	7
Chape de poulie et crochet......	74	1	74
Manivelles................................	6.25	2	12.50
Cliquet ou levier du frein à bague............	19.50	1	19.50
Chaîne....................................	120	1	120
Crochet de suspension de la chaîne..........	9	1	9
Charnières et vis pour l'étai en bois.........	»	»	1
Main d'embrayage	4	1	4
Boulons des supports du cliquet..............	»	19	3.90
Id. d'assemblage du bâti	»	26	28.80
Id. des paliers et frein.................	»	20	13.20
Poids des fers du treuil....................			526.20
Poids total des fers de la grue...............			1234.88

Poids des bronzes du treuil.

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	QUANTITÉS.	POIDS PARTIELS.
		kil.
Coussinets des paliers supérieurs.....................	4	6
Id. de l'arbre principal......................	2	4.80
Id. des essieux des supports..................	4	7.50
Poids total des bronzes..		18.30

Les bois de chêne sont payés au prix de 225 fr. le mètre cube, et le sapin à raison de 80 à 100 fr. assemblés.

Les métaux sont livrés au prix *moyen* de $0^{f},50$ le kilogr. ; la fonte coûte moins, le fer et le bronze coûtent plus.

La grue revient au plus à 5,000 fr.

Il y a des grues d'un modèle plus petit (8 mètres de portée) qui reviennent à environ 4,000 fr., et dans lesquelles on emploie les mêmes fers et fontes que dans les grues de grand modèle, seulement les poutres principales seules sont armées; dans la grue de $6^{m},60$, elles ne le sont plus, et les contre-fiches intérieures sont remplacées par des équerres.

Le treuil est toujours le même pour ces divers types.

4. TREUIL-CHARIOT A VAPEUR DE 10 TONNES.

On remplace souvent la manœuvre à la main par la manœuvre à la machine. Ainsi les figures 8 et 9 représentent un treuil de 12 mètres de portée et de 10 tonnes, construit sur le même type que le précédent, et comme lui, employé à la gare de La Chapelle, mais où toutes les manœuvres sont faites au moyen d'une machine à vapeur supportée par l'appareil.

Cette machine est une sorte de locomobile qui est fixée à côté de l'un des chevalets en dehors de la voie. Elle est soutenue sous la chaudière à l'aide d'une trousse en bois dont une extrémité repose sur la pièce horizontale de la base du chevalet, et dont l'autre est maintenue par un tirant fixé aux poutres de la plate-forme. Sous le foyer, on a remplacé la pièce de bois par une poutre en fonte.

§ 5. — ÉLÉVATEURS HYDRAULIQUES SIMPLES OU COMBINÉS.

Nous ne dirons que quelques mots de ces appareils d'installation très-compliquée, dont l'emploi n'est nécessité que dans de très-grandes gares, où il y a un mouvement énorme de marchandises, et qui, par suite, ne rentrent pas dans le cadre de notre ouvrage, qui s'occupe spécialement des chemins de fer économiques destinés à l'exploitation de lignes d'intérêt local.

Ils forment trois classes distinctes :

Elévateurs simples, agissant directement sur la charge à mouvoir.

Elévateurs combinés, agissant sur la charge à mouvoir par l'intermédiaire d'un mouvement funiculaire.

Appareils à mouvement de rotation continue.

1. ÉLÉVATEURS SIMPLES.

Les élévateurs simples, comme la presse hydraulique ordinaire, se composent d'un cylindre muni d'une garniture en cuir et d'un plongeur auquel est attaché le plateau de la charge à élever ou à descendre.

Dans l'appareil de ce genre employé à Londres, pour élever les wagons pleins de char-

bon à un niveau suffisant et mettre le combustible en tas, le cylindre est au-dessous de la charge.

A Ruhrort, le cylindre moteur, qui sert à monter et descendre les wagons devant traverser le Rhin sur des pontons, se trouve au-dessus du plateau de la charge à faire mouvoir.

2. ÉLÉVATEURS COMBINÉS.

Ces appareils sont formés d'un cylindre avec plongeur, dont la course varie avec le chemin que la charge doit parcourir. Le fond du cylindre et la tête du plongeur portent un certain nombre de poulies sur lesquelles passe une chaîne dont le premier maillon est fixé au cylindre et le dernier à la charge.

3. APPAREILS A MOUVEMENT DE ROTATION CONTINUE.

Les appareils à mouvement de rotation continue sont formés d'un arbre coudé à trois manivelles, faisant entre elles des angles de 120 degrés. A ces manivelles sont attachées les tiges de pistons plongeant dans des cylindres oscillants à simple effet.

L'admission de l'eau dans les cylindres se fait par des tiroirs mus au moyen d'excentriques calés sur l'arbre de transmission de mouvement.

Ces machines sont employées à ouvrir les grandes portes de bassins, à faire mouvoir des cabestans, de grands ponts tournants, des monte-charges, etc.

CHAPITRE VI

CHARIOTS TRANSBORDEURS

§ 1. — CHARIOTS AVEC FOSSE ET A RAILS INTERROMPUS.

Ces appareils ne conviennent que pour les voies de manœuvre de véhicules qui ne sont point parcourues par les trains.

Il y a des chariots de dimensions variables, depuis $3^m,60$ jusqu'à 11 mètres de longueur. Les poutres de support sont construites, tantôt en fonte, pour les petits transbordeurs, tantôt en tôle ou en latrie pour les appareils de grandes dimensions.

Ces derniers, appliqués à la manœuvre des machines dans les ateliers ou dépôts, reçoivent leur mouvement au moyen de petites locomobiles agissant, soit sur une chaîne fixe comme aux ateliers de l'Ouest, à Paris, soit sur une crémaillère comme dans les ateliers et remises du Nord.

Les transbordeurs à fosse ne présentent aucune difficulté de construction, la voie qui supporte les véhicules pouvant être posée sur des poutres transversales reliées aux essieux du chariot.

1. — CHARIOT A FOSSE DE LA GARE DE WISSEMBOURG.

Chemins de fer d'Alsace-Lorraine.

La fosse de ce chariot a une largeur de $4^m,50$; le niveau de ses trois rails se trouve à $0^m,25$ au-dessous de celui des rails des voies transversales.

Les roues des rails extrêmes sont à boudin, tandis que la roue du rail central est lisse.

Les deux axes des six roues soutiennent des paliers qui portent les poutres sur lesquelles sont fixés les rails de la voie de transbordement.

Poids et prix de revient. — Le poids total de ce chariot est de 1,933 kilogrammes, ainsi décomposé :

Fonte	1.212k
Tôle et fers	512
Essieux	209
Total	1.933k

Le poids par mètre courant est donc de 430 kilogrammes.

Le prix de cet appareil est de 1,200 francs, et le prix par mètre courant est de 267 francs.

2. — CHARIOTS A FOSSE DU CHEMIN DE CORDOUE A SÉVILLE.

Les poids et prix des chariots à fosse employés sur la ligne du chemin de fer de Cordoue à Séville sont les suivants :

Chariot transbordeur de 4m,556 pour locomotives.

Fonte	869k
Tôles et fers	2.248
Essieux	596
Bronze	15
Poids total	3.728k
Poids par mètre courant	818k
Prix total	3.168f
Prix par mètre courant	695f

Chariots transbordeurs de 4m,20 pour wagons.

	LONGERONS en fer.	LONGERONS en fonte.
Fonte	892k	1.575k
Tôles et fers	675	315
Essieux	204	204
Bronze	17	18
Poids total	1.788k	2.113k
Poids par mètre courant	426	503
Prix total	1.300f	1.300f
Prix par mètre courant	310	310

§ 2. — CHARIOTS SANS FOSSE ET A RAILS CONTINUS.

Ce type de chariots transbordeurs est applicable sur toutes les voies indistinctement, et nous paraît devoir être substitué aux plaques tournantes posées sur les voies principales dans toutes les stations de passage, et même dans certaines gares de tête.

La voie de ces transbordeurs à niveau doit être placée aussi près que possible des rails de la station. C'est au moyen d'une forte cornière, rivée par une de ses faces avec les poutres porteuses, qu'on résout généralement la question. Dans ce cas, la branche horizontale de la cornière est en porte-à-faux ; elle éprouve donc une grande fatigue, ainsi que les rivets qui fixent la branche verticale.

1. — CHARIOT TRANSBORDEUR SANS FOSSE.

Chemins de fer de l'Ouest.

Les poutres ou flasques transversales de ce chariot passent en dessous des rails de la station et les roues sont placées à l'extérieur de la voie du chariot, ce qui permet de leur donner un diamètre suffisant pour obtenir une manœuvre et un entretien facile.

Cependant ce diamètre ne peut pas être trop considérable, car il doit être tel que les

roues ne puissent pas être touchées par les boulons des marchepieds des wagons, dans le cas de charge *maxima* et d'usure des bandages des roues.

La portée de ce chariot est de 5^m,35 entre les extrémités des rails plats de la voie du chariot, qui sont rivés sur la branche horizontale d'une cornière dont la branche verticale est rivée contre une poutre en fer méplat, placée de champ, et reposant sur trois traverses en fer à double T dont les extrémités portent sur les paliers des roues de la voie à trois rails sur laquelle se meut le chariot de transbordement.

2. — CHARIOT OU PONT ROULANT DE 4^m,20 DE LONGUEUR.

Remises et Ateliers de wagons des Chemins du Midi.

Par M. LOVE, Ingénieur.

Ce chariot a été construit pour le chemin du Midi, par M. SCHOENBERG, constructeur à Paris; il a pour principal avantage la facilité de son démontage par le simple retrait des doubles écrous latéraux qui fixent la moitié supérieure du coussinet sur le prolongement de l'axe des roues.

Le graissage se fait au moyen d'une ouverture ménagée dans le demi-coussinet supérieur et dans l'étrier ou chape à coins arrondis qui le recouvre.

Des contre-forts spéciaux, en fer forgé, soutiennent les extrémités des rails Brunel dont se compose le corps du chariot roulant.

Nous avons publié, dans tous ses détails, dans la livraison de Novembre 1857, pl. 51-52, de notre *Portefeuille des Machines*, cet appareil qui se recommande par sa simplicité économique et par sa bonne installation.

Poids et prix. — Le poids total de l'appareil est de 1,385 kilogrammes avec rails.

Son prix total, sans les rails, est de 710 francs.

3. — CHARIOT DE 4^m,20 EN RAILS VIGNOLLES

pour Changements de voies de wagons.

L'ossature générale de ces chariots, employés sur le chemin du Bourbonnais, dans la section de Roanne à Lyon, par Saint-Étienne, se compose de deux rails Vignolles de 0^m,25 de hauteur et de 0^m,105 de largeur de base qui servent de voie et sont placés dans le prolongement des rails des voies courantes; leur longueur, qui est celle du chariot, est de 4^m,20.

Cette voie repose, par l'intermédiaire de fourrures en tôle rivées sur les semelles, sur trois autres rails transversaux, retournés et espacés de 1^m,9975 d'axe en axe; ils ont 2^m,75 de longueur, et portent à leurs extrémités un palier en fonte porté par un étrier boulonné sous les patins des rails retournés et où passe la fusée d'un arbre de couche de 0^m,07 de diamètre. Au dessous sont calées des roues de 0^m,50; chaque arbre porte trois roues, les roues extrêmes sont seules à bourrelets; les roues roulent sur un fer plat fixé sur des longrines en bois boulonnées sur des traverses.

Le poids de ce chariot, y compris les rails de la voie, est de 1,585^k,31 et se décompose comme suit :

Rails	582^k 75	
Tôle pour fourrures	177 60	
Arbres	270 40	
Étriers	34 56	
Total du fer	1.055^k 31	1.055^k 31
Paliers	180 00	
Galets	350 00	
Total de la fonte	530^k 00	530 00
Poids total		1.585^k 31

Le poids par mètre courant est donc de 377 kilogrammes, et de 307 kilogrammes si l'on défalque le poids des rails.

Le prix total du chariot est de 709 fr. 20.

Pour plus amples détails, nous renvoyons au numéro de Mai 1868, pl. 22, du *Portefeuille des Machines.*

4. — CHARIOT ROULANT DE 12 MÈTRES DE LONGUEUR.

Chemin de fer Central Suisse.

Il est destiné à la manœuvre des locomotives Engerth, dans la gare d'Olten, et devait, par conséquent, présenter une grande solidité et peu de chances de détérioration.

Ce chariot se compose essentiellement de trois doubles traverses en tôle de 0m,008, rendues rigides par des cornières de 0m,080 rivées de chaque côté, portant des galets de 0m,72 de diamètre, et reliées par deux longrines en tôle assemblées aux traverses par des cornières qui servent de point d'attache à des tirants d'entretoisement diagonaux.

Ces longrines supportent les rails Vignolles sur lesquels repose la locomotive et qui sont fixés sur elles par des patins en fonte boulonnés.

Les trois roues d'avant du chariot sont traversées par un même axe, mis en mouvement par un treuil placé en porte-à-faux à l'extrémité de la double traverse du milieu. Les roues d'arrière sont indépendantes. Toutes les roues sont reliées aux châssis par des étriers en fonte formant paliers, et maintenus par deux brides en fer forgé qui traversent les cornières, et sont boulonnées à la partie inférieure.

Le poids total de ce chariot est d'environ 3,000 kilogrammes, et son prix est de 2,500 fr., non compris la fourniture des rails.

Voir au *Portefeuille des Machines* de 1859, pl. 29-30, pour les détails de cet appareil.

RÈGLEMENT SPÉCIAL

CONCERNANT LA COMPTABILITÉ

DES GARES ET STATIONS

DU CHEMIN DE FER DES ARDENNES

GRANDE VITESSE

CHAPITRE PREMIER

VOYAGEURS

1. La Compagnie a adopté le système des billets-cartes portant des séries de numéros successifs. Les séries sont désignées par les lettres A, B, C, etc. Chaque série comprend 10,000 billets, numérotés de 0 à 9,999.

2. Les billets envoyés par l'administration aux diverses stations de la ligne doivent être soigneusement placés dans des tiroirs fermant à clef, existant au-dessous du casier aux billets. Ils sont extraits pour être placés dans le casier au fur et à mesure des besoins.

CASIER.

3. Le casier est divisé en compartiments dans chacun desquels sont placés les billets pour une station à desservir. Chaque compartiment est lui-même subdivisé en trois parties, pour recevoir les billets des trois classes. Deux compartiments sont réservés : l'un pour les billets hors série 1/2 place, l'autre pour les billets hors série 1/4 de place. Les billets doivent être rangés dans l'ordre de leur numérotage, afin que la distribution en soit faite scrupuleusement dans cet ordre.

Une étiquette portant le nom de la station destinataire est placée au-dessus de chaque compartiment, elle indique le prix de chacune des trois classes de billets.

BILLETS.

4. Les billets sont de couleurs différentes pour chaque classe, savoir :
Rose pour la 1re classe;
Mi-partie blanc et vert pour la 2e classe;
— bleu et chamois pour la 3e classe;

5. Ces billets énoncent :
1° Le point de départ;
2° Le nom de la station destinataire;
3° La classe;
4° Le numéro de la station destinataire.

Sur l'extrémité supérieure est imprimé le numéro d'ordre du billet; un blanc a été réservé à l'extrémité inférieure pour recevoir l'indication qui doit lui donner force de circulation.

6. Cette indication consiste dans le numéro du train, la date et le mois, soit :

3. 1er Aout. (*Train* N° 3, 1er *août*.)

Elle est apposée sur le billet au moment de sa distribution, au moyen d'un composteur dont les caractères mobiles sont changés après le passage de chaque train, puis chaque jour et chaque mois. La date à apposer sur les billets délivrés doit être toujours celle de la journée où le voyageur quitte la station de départ.

7. Les receveurs délivrent les billets contre le payement de leur valeur en espèces; il leur est formellement interdit d'accepter, en nantissement du prix du billet, des bijoux, des bagages, ou toute autre valeur.

8. Les chefs de station ou receveurs, chargés de la distribution des billets de voyageurs, doivent apporter la plus grande attention à ne délivrer de billets que pour les stations desservies par le train que prennent les voyageurs. En cas d'erreur de leur part et de réclamation, ils supporteront tous les frais et les dommages et intérêts qui peuvent en résulter.

9. Dès qu'un voyageur a quitté le guichet du receveur, les employés ne peuvent restituer tout ou partie des prix perçus, soit que le voyageur ne parte pas, soit qu'il demande à faire un parcours moins long, ou à occuper une place inférieure.

10. Au-dessous de trois ans, un enfant est transporté gratuitement, à la condition qu'il reste assis sur les genoux de la personne qui l'accompagne. Cette personne, en prenant un billet pour elle-même, doit présenter l'enfant au receveur qui, après avoir reconnu qu'à raison de son âge il a droit au transport gratuit, applique au dos du billet la griffe : *Enfant gratuit*.

Les enfants âgés de plus de trois ans et de moins de sept ans payent demi-place et ont droit à une place distincte; toutefois, dans un même compartiment, deux enfants ne peuvent occuper que la place d'une personne. Au-dessus de sept ans, les enfants payent place entière.

VOYAGEURS EN CHAISE DE POSTE.

11. Deux voyageurs peuvent, sans supplément de prix, voyager dans les voitures à une banquette, et trois dans les voitures à deux banquettes. Les voyageurs excédant ce nombre payent le prix des places de deuxième classe quand ils restent dans leur voiture. Les enfants, quelque âge qu'ils aient, même au-dessous de trois ans, sont considérés comme voyageurs. Les militaires n'ont droit à aucune réduction pour cette nature de transport.

BILLETS DEMI-PLACE.

12. Des billets extraits du compartiment hors série demi-place, sont délivrés :
1° Aux enfants de trois à sept ans, comme il vient d'être dit, en appliquant au dos de chaque billet la griffe *Enfant*;

2° Aux indigents, porteurs soit d'un passeport gratuit avec secours de route, soit d'un certificat d'indigence délivré par un préfet ou sous-préfet; le receveur appliquera au dos la griffe *Indigent*, et sur le passeport ou le certificat d'indigence, le timbre de la gare, pour que cette pièce ne puisse servir une deuxième fois;

3° Aux membres des congrégations religieuses qui seront autorisés par la Compagnie à jouir de cette faveur, à la condition qu'il sera présenté au receveur une lettre du supérieur de la congrégation, portant permission de voyager; les billets délivrés seront timbrés au dos de la griffe *Religieux*;

4° Aux personnes porteurs d'une autorisation spéciale de M. l'ingénieur en chef Directeur, du chef d'exploitation ou du chef du mouvement, le receveur appose au dos du billet la griffe *Réduction autorisée* et conserve l'autorisation pour l'envoyer à l'administration, jointe à l'État récapitulatif n° 202.

BILLETS 1/4 DE PLACE.

13. Des billets extraits du compartiment hors série 1/4 de place sont délivrés aux militaires et marins de tout grade, pourvu qu'ils présentent une feuille de route ou une permission. Le receveur timbre ces billets de la griffe *Militaire* et applique sur la feuille de route ou la permission la griffe de la station, pour que cette pièce ne puisse servir une deuxième fois. Les femmes, enfants, parents et domestiques des militaires n'ont droit à aucune réduction de prix, lors même qu'ils seraient portés sur la feuille de route.

DISTRIBUTION DES BILLETS HORS SÉRIE.

14. Les billets hors série ne portant pas de destination, le receveur aura soin d'inscrire à la main sur chaque billet de cette espèce le nom de la station destinataire au-dessous du nom imprimé de la station de départ. Immédiatement après il devra porter sur le carnet spécial mod. 263 le n° du billet, sa classe, sa destination et la somme perçue, mentions qui doivent lui servir à la fin de la journée pour l'établissement du registre des voyageurs, mod. 201.

MILITAIRES VOYAGEANT EN CORPS.

15. Pour le transport des militaires voyageant en corps, il est délivré au chef du détachement un coupon extrait du billet à souche et à talon, mod. 262. Le montant du produit doit être compris sur l'état récapitulatif mod. 202.

16. Si le transport a lieu en vertu d'une réquisition, auquel cas le produit n'est pas reçu en espèces par la gare, le receveur, après avoir porté la somme à son débit sur l'État 202, se crédite au moyen d'une facture compte-courant mod. 232, à l'appui de laquelle il envoie 1° le double de la réquisition qu'il aura conservée, 2° la souche du billet n° 262.

Le chef de la gare d'arrivée, après avoir fait constater le transport effectué par le chef du détachement sur la réquisition, envoie cette pièce et le billet mod. n° 262 au contrôle, avec son inventaire des billets recueillis.

BILLETS COLLECTIFS.

17. Un billet collectif extrait du carnet à souche et à talon mod. 267 sera délivré toutes les fois qu'il s'agira, soit du transport d'un groupe nombreux de personnes voyageant à prix réduits avec autorisation spéciale, tels qu'élèves d'un collége ou d'une pension, acteurs, etc., soit du transport d'un certain nombre de prisonniers auxquels le 1/2 tarif est appliqué, ainsi qu'aux gardiens qui les accompagnent. (Les gendarmes ne sont assujettis qu'au 1/4 de place.)

Ces billets et leurs produits sont inscrits sur un registre mod. 201 et à l'état récapitulatif mod. 202. Les numéros d'ordre seront exactement inscrits sur le registre et la feuille.

REGISTRE DES BILLETS DÉLIVRÉS.

18. Avant le départ du premier train, le receveur inscrit sur les ardoises du casier, en regard de chaque classe et de chaque station, le numéro du premier billet à délivrer.

19. Aussitôt après la distribution des billets par train, il compare le numéro que lui présente le billet qui est à l'entrée du casier et celui indiqué par l'ardoise. La différence entre ces numéros détermine le nombre des billets délivrés pour ce train. Le receveur porte ce nombre sur le registre mod. 201, dans les colonnes disposées à cet effet par train et par classe, et efface des ardoises les numéros anciens pour les remplacer par ceux que présentent à nouveau les billets du casier. Il opère ainsi pour chaque train.

20. Lorsqu'un voyageur aura manqué le train pour un motif plausible et indépendant de sa volonté, le chef de station pourra l'autoriser à partir par le train le plus prochain ou même le lendemain, en appliquant au verso du billet délivré le timbre du nouveau train, sans altérer l'empreinte du timbre existant au recto.

Il ne devra être fait usage de cette tolérance qu'avec réserve et en mentionnant dans une note annexée à l'état récapitulatif (mod. 202) les circonstances qui l'auront motivée : même mention sera faite au rapport journalier de la station.

21. Le receveur doit, au commencement de la journée, rappeler sur le registre (mod. 201) le premier numéro des billets à délivrer, et, après le départ du dernier train, indiquer par classe le numéro finissant de la distribution pour toutes les stations.

ÉTAT RÉCAPITULATIF DES VOYAGEURS.

22. Après le passage ou le départ du dernier train, le registre des billets délivrés est totalisé et copié sur l'état récapitulatif (mod. 202).

Cet état reproduit les indications du registre ; il indique :

1° Les numéros commençant et finissant des billets délivrés par station destinataire; les numéros commençant doivent être inscrits tous les jours; les numéros finissant ne doivent être inscrits qu'en regard des stations pour lesquelles il a été délivré des billets dans la journée ;

2° La classe des places ;

3° Le prix du tarif inscrit à la main, en regard de chaque destination ;

4° Leur produit ;

5° La division des produits des billets hors ligne entre la Compagnie des Ardennes et la Compagnie correspondante.

23. Les numéros commençant et finissant des billets hors série doivent être également reproduits, tant sur le registre 201 que sur l'état récapitulatif, dans l'une des trois colonnes suivant la classe précédant les noms des stations. Chacun des numéros délivrés sera, en outre, porté avec son produit, en regard du nom de la station destinataire (inscrit à la main) comme s'il s'agissait de billets ordinaires.

24. Le receveur dresse, en outre, l'état récapitulatif du nombre et du produit des voyageurs par classe et par train (mod. 204), en prenant le premier chiffre sur le registre mod. 201, et le deuxième sur l'état récapitulatif mod. 202, en ne tenant compte pour les billets hors ligne que de la partie du produit afférente au parcours sur la ligne des Ardennes.

INVENTAIRE DES BILLETS RECUEILLIS.

25. Enfin, sur l'état mod. 205, le receveur relate le nombre des billets retirés des mains des voyageurs à l'arrivée des trains, ainsi que le nombre et les numéros des billets manquants.

26. Ce compte doit être fait dès que les billets sont remis par les employés chargés de la réception ; il doit comprendre tous les billets qui portent la date de la journée.

RENVOI DES BILLETS RECUEILLIS A L'ARRIVÉE.

27. Les billets seront recueillis dans les stations par les surveillants ou facteurs préposés à cet effet.

28. Ils doivent être immédiatement après frappés du timbre *Annulé*.

29. Il est recommandé aux chefs de station et aux chefs de train, ainsi qu'à tout agent chargé du contrôle à la sortie et du contrôle de route, d'examiner si les billets qui leur sont présentés ont subi quelque altération. Dans ce cas, et s'ils reconnaissent que l'altération a eu lieu avec intention de fraude, ils devront conduire la personne qui en sera porteur devant le commissaire de surveillance administrative ou devant les autorités locales, afin que le délinquant puisse être poursuivi conformément à la loi.

DEMANDE DE BILLETS.

30. Les chefs de station adressent au chef du contrôle les demandes de billets nécessaires sur l'état extrait du livre à souche n° 206.

31. Ces billets, s'ils sont reconnus nécessaires, sont envoyés au chef de station avec sa demande. Il doit les vérifier immédiatement *un par un*, apposer son reçu au bas de la demande et la renvoyer sous pli au chef du contrôle.

32. La vérification des billets doit porter sur :

Le point de départ,

La destination,

La classe,

Le numéro de la station d'arrivée,

Le numéro d'ordre des billets,

Et le nombre des billets.

Les numéros d'ordre des billets doivent donner la série naturelle des nombres sans qu'aucun puisse être répété.

33. Tout envoi de billets présentant des irrégularités doit être retourné d'urgence au chef du contrôle avec l'indication des irrégularités reconnues.

34. Les chefs de station doivent avoir bien soin d'adresser les demandes de billets assez à l'avance pour qu'ils en soient toujours pourvus; ils doivent même prévoir les distributions extraordinaires, et faire en temps utile les demandes en conséquence.

35. A cet effet, et pour que le receveur puisse chaque jour se rendre compte de la quantité de billets qui lui reste à délivrer pour chaque station, il devra tenir constamment au courant le registre de décompte de billets, mod. n° 207.

36. Les demandes de renouvellement et de fourniture des diverses pièces accessoires des presses à dater les billets doivent être faites sur les demandes mêmes de billets de voyageurs (mod. 206).

CONTRÔLE DE VOYAGEURS.

37. Les suppléments de parcours ou de classe sont perçus par les employés des trains chargés du contrôle de route; des instructions spéciales indiquent les devoirs des chefs de trains et conducteurs pour ce contrôle.

38. Les chefs de gare des points d'arrivée des trains doivent recevoir des mains des chefs de train et conducteurs chargés du contrôle, les billets retirés aux voyageurs, la souche du billet de perception supplémentaire qui leur a été remis en échange, et enfin le prix perçu. A l'appui de cette remise est dressé le bulletin de contrôle de route (mod. n° 203).

CHAPITRE II.

BAGAGES. — CHIENS.

BAGAGES.

39. Le bureau des bagages doit être ouvert au public aux heures fixées par le règlement du service de l'exploitation, c'est-à-dire une demi-heure avant chaque départ.

40. Tous les bagages, sans distinction, doivent être soumis au pesage et à l'enregistrement.

41. Les voyageurs ne peuvent garder avec eux que les objets dont le volume et la nature ne peuvent causer aucune gêne aux autres voyageurs.

42. Avant de placer les colis, le peseur doit s'assurer que les voyageurs ont pris leurs billets; il se fait représenter ces billets pour reconnaître entre combien de voyageurs le poids doit être réparti. Il applique au dos de chaque billet le timbre *Bagages*.

43. Les bagages doivent être taxés pour la destination portée sur les billets de places. Tout colis appartenant à un voyageur et qui n'aurait pas la même destination que lui, doit être expédié comme messagerie.

44 Les bagages des voyageurs sont transportés gratuitement jusqu'à concurrence d'un poids de 30 kilogrammes par personne, sauf un droit fixe de 10 centimes pour enregistrement.

Cette franchise ne s'applique pas aux enfants transportés gratuitement, et elle est réduite à 20 kilogrammes pour les enfants transportés à demi-tarif.

Les excédants seront soumis à la taxe des articles de messagerie.

Les bagages des militaires et marins ne sont assujettis qu'au quart de cette taxe.

45. On ne devra pas comprendre dans les bagages les objets trop encombrants, tels que meubles, arbustes, etc. Ils doivent être inscrits comme messagerie. Les sacs contenant des finances et les articles à la valeur doivent toujours être enregistrés comme messagerie à grande vitesse et taxés suivant la valeur déclarée.

46. Lorsqu'un voyageur déclare que, dans son bagage, il y a des finances ou valeurs, la taxe du tarif spécial pour ces objets doit être appliquée après avoir préalablement fait fermer par des cachets les colis déclarés contenir ces valeurs.

La responsabilité de la Compagnie n'est engagée pour les valeurs contenues dans les bagages, qu'autant que le voyageur en a fait la déclaration.

47. Les voyageurs dont les bagages seraient présentés à l'enregistrement après l'heure fixée par les règlements, et qui, préférant partir, consentiront à les recevoir par le train suivant, devront être prévenus que la taxe messagerie sera appliquée d'après le poids total des colis et qu'ils seront expédiés et taxés en messagerie.

REGISTRE DES BAGAGES.

48. Le transport des bagages doit toujours avoir lieu en port payé au départ.

49. Le poids des bagages est annoncé à haute voix par le peseur, ainsi que le nombre des colis et le nombre des voyageurs. Ces quantités et la somme perçue sont inscrites immédiatement sur les feuilles à souche (modèles 209 ou 264), desquelles sont détachés les bulletins remis aux voyageurs, et sur le registre des bagages (mod. n° 208). Ce registre est divisé en deux parties : l'une d'elles est envoyée chaque jour au contrôle, et l'autre, formant souche, reste entre les mains du receveur.

50. Le registre des bagages est additionné train par train. A la fin de la journée, il est établi une récapitulation générale des poids et produits additionnés train par train.

51. Les bulletins de bagages énoncent le poids, le nombre des colis, la destination, la taxe acquittée, le numéro du train et le numéro d'enregistrement. Ils doivent être signés et paraphés par l'agent qui les a établis.

52. Les souches des bulletins délivrés forment les feuilles de route qui doivent être remises aux conducteurs au moment du départ; elles sont destinées à leur faire connaître le nom des stations où il y a des bagages à déposer, ainsi que le nombre des colis; elles sont, en un mot, la copie exacte du bulletin remis aux voyageurs.

La deuxième souche du mod. 264 doit servir à la reconnaissance des bagages remis à une Compagnie correspondante; elle doit porter, après livraison, décharge de l'agent de cette Compagnie qui a reconnu et reçu les colis.

53. Il doit être fait pour chaque destination une feuille de route spéciale des bagages.

54. Lorsque les bulletins d'une même feuille n'ont pas été tous délivrés, le receveur doit détacher ceux qui restent à la souche, et remettre la feuille au conducteur, comme si tous les bulletins avaient été utilisés; aucune confusion ne peut être à craindre à l'arrivée, parce que les colonnes des souches partielles restent en blanc; en un mot, la feuille de route doit toujours être remise entière.

55. A chaque départ et pour chaque destination, les numéros d'enregistrement doivent recommencer par le n° 1.

ÉTIQUETTES A APPOSER SUR LES BAGAGES.

56. Pendant que se fait l'enregistrement, le peseur doit appliquer sur tous les colis des voyageurs inscrits sous un même enregistrement des étiquettes semblables (mod. n° 210), portant toutes la même destination et le même numéro que cet enregistrement. Ces étiquettes doivent avoir été préalablement timbrées du nom de la station de départ.

57. Les bagages doivent être enlevés au fur et à mesure de leur inscription : dans les gares de départ du train pour être chargés immédiatement dans le fourgon à bagages ; dans les gares intermédiaires pour être placés sur le quai à hauteur du point où devra s'arrêter le fourgon, afin de perdre le moins de temps possible au chargement.

58. Dans tous les cas la manutention des bagages et leur arrimage dans les fourgons doivent s'exécuter avec soin et de manière à éviter toute détérioration. On doit donc s'abstenir de les secouer, de les placer sens dessus dessous ou de les heurter les uns contre les autres.

59. La remise des bagages et des feuilles de route au chef de train est faite contre son reçu, qui est donné par lui sur le bulletin n° 449, dont un duplicata lui est remis.

ARRIVÉE.

60. A l'arrivée des trains, le déchargement a lieu par les soins des employés désignés à cet effet. Ils doivent rassembler sur les mêmes points les colis venant des mêmes stations, et les classer par leur numéro d'ordre.

61. L'appel des colis fait, décharge est donnée par la station au chef de train, sur la feuille mod. 450, sur laquelle des réserves sont inscrites si le nombre n'est pas conforme aux feuilles, ou pour tout autre motif pouvant donner lieu à la réclamation.

62. La remise des bagages au voyageur ne doit être faite qu'en échange du bulletin qui lui a été délivré par la station de départ.

63. Cette remise demande une grande attention, attendu qu'elle engage à un haut degré la responsabilité de la Compagnie.

64. Quand un voyageur a perdu son bulletin de bagage, il doit attendre que la distribution soit terminée pour faire constater, soit par l'exhibition des clefs, soit par l'indication du contenu des colis, que les objets qu'il réclame lui appartiennent réellement.

65. Quand cette constatation a eu lieu, il doit émarger la réception de ses colis sur la feuille de route, vis-à-vis du numéro d'enregistrement, afin qu'il ne puisse exercer un recours frauduleux contre la Compagnie si le bulletin perdu venait à être retrouvé.

66. Dans le cas où le voyageur ne pourrait donner aucune preuve que les objets réclamés sont sa propriété, les bagages doivent être déposés en magasin et avis de cette réclamation doit être donné immédiatement au chef du mouvement.

67. Au fur et à mesure de la reprise des bulletins, le chef ou le sous-chef préposé à la remise des bagages doit, autant que possible, se rendre compte, par l'examen rapide des colis et des bulletins, de la régularité avec laquelle les taxes ont été perçues.

68. Si l'apparence, le volume ou le poids des colis donnent lieu de croire qu'ils auraient dû être soumis à une taxe à laquelle ils ont échappé, le chef de station fait peser de nouveau les bagages, en sa présence, et fait solder la taxe dont la perception a été négligée.

69. Le produit en est porté aux recettes supplémentaires. Mention est faite de la rectification au bulletin ainsi qu'à la souche.

70. La remise des bagages étant terminée, il est immédiatement procédé au collage des bulletins sur les souches apportées par le chef de train. Ces bulletins, ainsi rattachés à leurs souches, sont ensuite envoyés au contrôle avec les autres pièces de comptabilité de la journée.

CHIENS.

71. Le transport des chiens doit aussi toujours avoir lieu en port payé. Ils ne doivent être reçus que muselés.

72. Aucun chien ne peut être transporté gratis, ni être expédié bureau restant. Les militaires n'ont droit à aucune réduction de prix pour les chiens.

73. Les formalités pour l'expédition d'un chien sont les mêmes que pour les bagages, seulement, au lieu d'indiquer un certain nombre de colis, on mentionne un chien.

74. Une étiquette indiquant le numéro d'enregistrement et la destination doit être collée sur le côté extérieur du compartiment qui renferme le chien.

75. A l'arrivée, les chiens sont remis à leur propriétaire en échange des bulletins qui restent entre les mains du facteur. Ces bulletins doivent être, comme ceux des bagages, réunis aux souches, ou feuilles de route.

CHAPITRE III.

MESSAGERIES, FINANCES ET ARTICLES « AD VALOREM ».

EXPÉDITIONS.

76. Les articles présentés pour être expédiés en grande vitesse sont remis au bureau spécial des expéditions dans les stations où de tels bureaux sont établis; dans les autres stations, ils sont reçus par le chef de station lui-même ou par l'employé spécial préposé à ce service.

77. Il est délivré à l'expéditeur, sur sa demande, un reçu de l'article présenté à l'expédition (mod. 215).

REGISTRE DES EXPÉDITIONS.

78. Ces articles sont inscrits sur le livre d'expéditions (mod. 211), au fur et à mesure de leur présentation et à leur numéro d'ordre. La série de numéros est renouvelée tous les ans.

79. Les articles sont pesés par le facteur, qui en annonce le poids à haute voix pour être porté sur le livre d'expédition.

80. Le facteur applique sur les colis composant l'expédition des étiquettes (mod. 213), qui énoncent le point de départ, le point de destination, et le numéro d'enregistrement du livre d'expédition. Ce numéro est annoncé par l'employé chargé de l'inscription.

81. Si les articles sont accompagnés de documents, soit des contributions indirectes, soit des douanes, mention devra en être faite sur le registre et la feuille. Si l'article est plombé, on devra également l'indiquer.

82. Si l'article est adressé bureau restant, le facteur l'indique en appliquant sur l'étiquette la griffe *En gare*. Cette même indication est inscrite par l'employé sur le registre d'expédition et sur la feuille de route.

83. Les finances et articles à la valeur ne seront reçus qu'autant qu'ils seront enfermés dans des sacs cousus en dedans, et fermés avec une ficelle reliée à ses deux extrémités par un cachet, ou dans des caisses ou barils clos et solides, ligaturés par une corde d'un seul morceau disposée en croix, scellés à la cire empreinte de cachets, avec lettres ou emblèmes, à leur extrémité. (Les cachets quadrillés sont exclus.)

Les billets de banque doivent être à découvert sous chemise et en liasse, au moyen d'un gros fil qui fixe ensemble, et par deux trous à 4 ou 5 centimètres des deux extrémités, les billets et la chemise, de manière à ne former qu'un tout indivisible, cacheté à la cire des deux côtés de la chemise, à l'endroit où le fil se présente. Le cachet de l'expéditeur aura des initiales très-lisibles, qui seront indiquées sur le livre d'expédition et la feuille de route.

84. Ces articles seront scrupuleusement pesés, et leur poids indiqué par kilogrammes et

fractions de kilogramme dans les colonnes n° 10 du livre d'expédition et n° 6 de la feuille de route.

85. Les articles déclarés valeurs payeront la taxe du transport à la valeur, dans le cas où cette taxe sera supérieure à celle du poids de l'article ; dans le cas contraire, ce sera la taxe du poids qui sera appliquée.

86. Les articles transportés en grande vitesse peuvent être expédiés en port payé ou en port dû. Les articles dont la valeur ne présente pas les frais de transport, ainsi que les expéditions de comestibles qui seraient dans le même cas ou pourraient y rentrer par suite de détériorations pendant le trajet ou leur séjour dans les bureaux d'arrivée, ne seront reçus qu'en port payé.

87. La colonne n° 17 du livre d'expédition indique les ports payés au départ; celle n° 18 les sommes en port dû ou à recevoir à la livraison. L'addition de ces deux colonnes doit représenter le total porté colonne n° 19.

88. Les inscriptions faites sur le livre d'expédition sont transcrites sur une feuille de route (mod. n° 212). Il est dressé une feuille de route pour chaque station destinataire. Elles portent un numéro d'ordre dont la série est renouvelée tous les ans.

89. Aucune expédition, même pour objets de service, ne doit être faite sans qu'elle soit accompagnée d'une feuille de route.

90. Une souche est détachée de la feuille de route; cette souche porte le même numéro que la feuille, elle sert à remplacer les feuilles qui manqueraient au bureau de vérification.

91. Les feuilles détachées des souches sont remises au conducteur avec les articles, contre une décharge qui est donnée par ce dernier sur le bulletin (mod. 449).

92. Les feuilles et les souches sont totalisées par colonne; le livre d'expédition l'est également, mais seulement après la journée terminée.

93. Pour opérer la récapitulation des expéditions d'une journée, on range les souches par ordre de destination, et on transcrit le total afférent à chaque station sur l'état récapitulatif mod. 217, en regard du nom de chaque station destinataire. Le total général des expéditions doit être conforme au registre, tant pour les *ports dus* que pour les *ports payés*.

ARRIVAGES.

94. La réception à l'arrivée s'effectue d'après les feuilles de route et en présence du chef de train; décharge lui est donnée sur la feuille n° 450.

VÉRIFICATION DES TAXES.

95. Après le pointage des feuilles de route et des colis, les taxes doivent être vérifiées avec le plus grand soin, sous la responsabilité de l'employé chargé de ce travail.

96. Les rectifications des taxes ou des indications reconnues erronées sont faites immédiatement sur les feuilles de route en passant un trait léger sur la taxe erronée et inscrivant la taxe rectifiée à l'encre rouge; la perception est faite sur cette nouvelle taxe.

97. Toutes les taxes, que les expéditions soient en port payé ou en port dû, doivent être vérifiées et rectifiées à l'arrivée.

98. Un état indiquant les rectifications faites (mod. 270), est dressé par la gare d'arrivée et envoyé à la gare de départ; cet état récapitulatif indique la date, le numéro, le poids et la taxe de l'expédition rectifiée, la nature des erreurs et les motifs de la rectification, ainsi que les quantités reconnues et les nouvelles taxes appliquées.

L'envoi de cet état a pour but de prémunir la station de départ contre des erreurs de même nature, il est surtout indispensable pour les articles en port payé, afin de permettre à cette station de réclamer de suite à l'expéditeur la différence de taxe constatée à l'arrivée.

99. Un double de l'avis de rectification (mod. 270) doit être joint à la feuille de route et envoyé avec elle au contrôle.

100. Les rectifications qui n'auront pas été faites par les gares d'arrivée et qui seront opérées par le contrôle, seront portées à la charge de la gare d'arrivée pour les expéditions en port dû, et à la charge de la gare de départ pour les expéditions en port payé.

LIVRE D'ARRIVAGES.

101. Après la vérification des taxes les feuilles de route sont inscrites sur le livre des arrivages (mod. 219).

102. Ce livre reçoit la copie des feuilles de route et comprend, comme elles, les taxes, débours, remboursements au delà payés au départ pour factage ou réexpédition des articles en port payé, enfin les sommes reçues ou à recevoir.

103. Il porte à la suite, sous le titre *sorties*, cinq colonnes qui doivent comprendre, pendant les cinq jours qui suivent l'expédition, les livraisons faites successivement pendant chaque journée et les sommes encaissées, de manière à pouvoir connaître jour par jour la somme restant à recouvrer sur le montant des encaissements à opérer sur chaque journée.

104. Après ces cinq jours, tous les articles non livrés par suite de non-réclamation, avarie, etc., doivent être portés sur le registre des litiges (mod. n° 224), avis doit être immédiatement donné des motifs de non-livraison aux stations expéditrices et au chef du service commercial.

105. Les livraisons à domicile sont faites dans les gares où existe une entreprise de factage au moyen du livre de factage (mod. 221). Les droits de factage sont ajoutés sur ce registre aux sommes dues pour taxe et débours, afin d'en faire un total à recevoir des destinataires. Les sommes reçues au départ comme au delà pour factage ou réexpédition sont remises immédiatement à l'entrepreneur de factage.

106. Les livraisons en gare sont faites sur le registre *bureau restant* (mod. n° 223). Lorsque le séjour en gare des colis donnera lieu à la perception des frais de magasinage, les sommes perçues seront portées pour mémoire sur ce registre et seront inscrites en recette sur le livre et le bordereau des recettes supplémentaires.

107. Au fur et à mesure des encaissements opérés sur les articles en *port dû*, on en tient note sur le carnet (mod. 220), afin de servir aux versements et à l'établissement du compte courant de la station.

108. La récapitulation des arrivages de chaque journée se fait en superposant les feuilles de route par station expéditrice, le total est transcrit sur l'état récapitulatif (mod. 222), en regard de chaque provenance, et le total général doit être égal à celui du livre d'arrivages qui est additionné par journée.

VOITURES ET CHEVAUX.

109. Les voitures et chevaux transportés à grande vitesse seront inscrits sur les mêmes registres d'expédition et d'arrivages que les articles de messagerie.

110. Une feuille spéciale (mod. 218) leur est affectée; elle comprend les dispositions nécessaires pour faire ressortir ce genre de transport par catégorie. Les chevaux de militaires portés sur leur feuille de route ne seront assujettis qu'au quart de la taxe du tarif. Quant au nombre de chevaux que chaque militaire a droit de faire transporter à prix réduit, suivant son grade, on se conformera à cet égard à la circulaire de M. le ministre des travaux publics, en date du 24 mai 1851, dont copie sera adressée aux diverses stations.

PETITE VITESSE.

CHAPITRE IV.

MARCHANDISES

111. Les marchandises présentées pour être transportées à petite vitesse sont reçues dans la halle destinée à ce service : elles doivent être inscrites et expédiées dans l'ordre de leur présentation.

NOTES D'EXPÉDITION.

112. Elles doivent être accompagnées d'une note d'expédition signée par l'expéditeur et pour laquelle la Compagnie fournit au besoin des imprimés (mod. n° 243).

113. Cette note d'expédition ou déclaration doit énoncer :

1° Le nom et l'adresse de l'expéditeur;

2° d° du destinataire;

3° Le nombre de colis à expédier, leurs poids, marques, numéros et adresses, ainsi que la nature de leur contenu;

4° La mention expresse du mode de livraison, *en gare* ou *à domicile ;*

5° Les numéros des acquits, congés ou documents qui accompagnent les marchandises soumises aux droits indirects ou aux douanes, et l'indication des articles plombés;

6° L'autorisation donnée à la Compagnie de faire l'avance des droits d'octroi pour les colis sujets à ces droits, lorsque la livraison doit être faite à domicile.

114. Ces notes d'expédition sont recueillies avec le plus grand soin ; elles sont réunies et étiquetées par train et par jour, afin de servir aux recherches.

115. La note d'expédition est d'abord visée par l'employé du bureau auquel elle a été présentée. Elle est ensuite remise au préposé à la reconnaissance, qui, après vérification de l'état des colis et de leur identité avec les indications de la déclaration, fait peser les colis et porte le poids reconnu sur cette feuille, qu'il paraphe pour constater l'entrée en gare et qui doit alors être reportée au bureau des expéditions.

REÇU DE MARCHANDISES.

116. Sur la demande de l'expéditeur, il lui est donné reçu des marchandises qu'il remet à la gare (mod. n° 242).

BULLETIN DE GARANTIE.

117. Si les marchandises remises sont d'un transport susceptible de perte, ou si le conditionnement de leur emballage peut faire craindre une détérioration en route, l'employé chargé des expéditions consignera ses réserves au bas du récépissé qu'il remettra à l'expéditeur et il fera signer par celui-ci un bulletin de garantie extrait du registre à souche (mod. n° 244).

REGISTRE D'ENTRÉE.

118. Les articles à expédier doivent, au fur et à mesure de leur présentation, être inscrits sur le registre d'entrée en gare (mod. 245) pour être expédiés chacun à leur tour, à moins de délai demandé ou consenti par l'expéditeur. Sur ce registre sont portés les débours payés à présentation, ainsi que les remboursements payables après avis d'encaissement.

BULLETIN DE TRANSPORT OU LETTRE DE VOITURE.

119. Les bulletins de transport (mod. n° 246) sont immédiatement préparés d'après la déclaration de l'expéditeur. Le prix du timbre (35 c.) est perçu directement si l'expédition est en port payé; si, au contraire, l'expédition est en port dû, on ajoutera 35 centimes au débours Dans aucun cas on ne devra faire figurer le montant des timbres dans les produits de la station.

120. Il sera délivré à chacune des stations qui font le service de la petite vitesse un nombre déterminé de bulletins timbrés (mod. 246), dont le prix entrera dans leur fonds de roulement. A mesure qu'une station aura employé la moitié de son approvisionnement, elle en enverra le prix au contrôle qui lui expédiera en retour le même nombre de bulletins timbrés.

121. Lorsqu une expédition sera présentée à une station pour suivre sa route par chemin de fer avec une lettre de voiture timbrée, cette lettre de voiture sera acceptée toutes les fois que sa teneur et les délais stipulés n'engageront pas la responsabilité de la Compagnie. Dans ce cas, la lettre de voiture sera frappée d'une griffe spéciale destinée à porter toutes les indications nécessaires au transport sur la ligne. Ces indications seront

remplies d'après celles portées au livre d'entrée. Le timbre de la lettre de voiture ne pourra être compris dans les débours que pour 0,40 c. au maximum, savoir : 0,35 c. de timbre et 0,05 c. pour frais de papier et impression.

REGISTRE D'EXPÉDITION.

122. Les articles sont inscrits alors avec un numéro d'ordre sur un registre d'expédition mod. n° 247, sur lequel on reporte aussi le numéro du registre d'entrée. Le registre d'entrée reçoit par contre le numéro d'ordre du registre d'expédition, afin de pouvoir recourir à l'un ou à l'autre de ces registres pour les renseignements.

123. La taxe est appliquée à chaque article en se conformant exactement aux conditions des tarifs.

124. Les numéros d'ordre du registre d'entrée, ainsi que ceux du registre d'expédition, sont renouvelés tous les ans.

BORDEREAU DE CHARGEMENT.

125. Les marchandises étant reçues et inscrites sur les registres ci-dessus désignés, on dresse le bordereau de chargement qui doit les accompagner et servir à la reconnaissance à la station d'arrivée, où elles sont classées et conservées à titre de renseignements.

126. On fait un bordereau de chargement pour chaque wagon, sans excepter ceux chargés de voitures, de chevaux ou de bestiaux; chacun de ces bordereaux doit comprendre l'inventaire exact et détaillé des colis chargés dans le wagon auquel il se rapporte.

127. L'inscription au registre d'expédition est complétée avec les bordereaux de chargement en ce qui concerne l'indication des wagons qui ont reçu la marchandise et le numéro du train qui doit les enlever.

FEUILLE DE ROUTE.

128. Les feuilles de route (mod. n° 248) sont établies d'après le registre des expéditions, en réunissant sur la même feuille tous les articles destinés à une même station. Elles doivent être la copie exacte du livre des expéditions; elles tiennent à une souche qui en est détachée et renvoyée chaque jour au contrôle avec les pièces de comptabilité.

129. Elles doivent indiquer avec exactitude l'adresse des destinataires et mentionner si la livraison des marchandises doit avoir lieu en gare ou à domicile.

130. Les feuilles de route sont numérotées, ainsi que les souches.

131. La feuille de route accompagne l'expédition, on y joint la lettre de voiture, le bordereau de chargement, le bulletin de garantie, les pièces de douane, de régie, d'octroi, enfin tous les documents qui doivent suivre la marchandise. Mention de ces diverses pièces doit être faite dans le corps de l'enregistrement, ainsi que ceux des bulletins de garantie.

La plus grande régularité doit exister dans la constatation et la transmission de ces diverses pièces.

132. Pour les expéditions de chevaux et bestiaux, le nombre et l'espèce des animaux qui composent ces expéditions doivent être exactement indiqués.

ÉTAT RÉCAPITULATIF DES EXPÉDITIONS.

133. A la fin de la journée, on dresse le relevé de toutes les expéditions sur l'état mod. n° 250, dont le total doit être conforme à celui du registre 243.

ARRIVAGES.

134. A l'arrivée d'un train de marchandises, les bordereaux de chargement, les feuilles de route et toutes les pièces à l'appui sont remises au bureau des arrivages; décharge en est donnée au chef de train.

RECONNAISSANCE A L'ARRIVÉE.

135. Les bordereaux de chargement (mod. n°) servent à faire la reconnaissance des colis; les mentions et remarques auxquelles peut donner lieu cette reconnaissance sont consignées sur ces feuilles dans la colonne observations. Le préposé à la reconnaissance y

indique en outre le numéro de la travée de la gare où les colis ont été déposés après leur déchargement. Ces numéros de travée sont ensuite reportés sur les lettres de voiture pour faciliter la livraison après payement du montant du transport.

136. Les bordereaux de chargement sont ensuite classés et conservés au même titre que les notes d'expédition pour servir aux recherches.

VÉRIFICATION DES TAXES.

137. Les feuilles de route doivent être vérifiées avec le plus grand soin par le bureau d'arrivée, qui rectifie les erreurs de classification, de poids et de taxe qui pourraient avoir été commises par le bureau expéditeur.

138. Les règles prescrites à cet égard pour le service de la grande vitesse (articles nos 95 à 100) sont en tout point applicables au service de la petite vitesse.

LETTRES D'AVIS.

139. Avant toute opération, il est donné avis aux destinataires des colis qui leur sont adressés en gare. On emploiera à cet effet les feuilles extraites du carnet à souche mod. n° 253. La souche devra recevoir exactement toutes les mentions inscrites sur la lettre, afin de pouvoir être opposées aux réclamations qui pourront être faites par le destinataire.

REGISTRE DES ARRIVAGES.

140. Les feuilles de route sont alors copiées littéralement sur le livre d'arrivages mod. n° 252.

141. Ce livre porte, à la suite des mentions extraites des feuilles de route, dix colonnes sous le titre *sorties*, dans lesquelles on doit inscrire, pendant les dix jours de la date de l'expédition, les livraisons qui seront faites successivement pendant chaque journée et les sommes encaissées. Après ces dix jours, tous les articles non livrés pour quelque cause que ce soit seront portés au livre des litiges mod. n° 224 et avis sera donné des motifs de non-livraison au chef de la gare expéditeur et au chef du service commercial.

142. Les articles refusés dans l'intervalle des dix jours fixés ci-dessus seront, à la date du refus, portés au livre des litiges, et avis en sera donné au service commercial. Leur sortie sera, à la même date, indiquée dans la colonne de sortie de cette journée, en faisant précéder la somme de la lettre L (litiges) pour indiquer que cette somme n'est pas encaissée, mais que l'article est simplement passé au débit du livre des litiges.

LIVRAISON EN GARE.

143. La sortie des marchandises livrables en gare est constatée sur le registre mod. 254, qui sera émargé par le destinataire, après avoir payé le montant de la lettre de voiture.

BONS DE LIVRAISON.

144. La livraison des colis se fera au moyen du bon de livraison (mod.). Ce bon, préparé d'avance au moment de l'envoi de la lettre d'avis et épinglé avec la lettre de voiture, sera remis en même temps que cette dernière dûment acquittée, après l'émargement du registre de sortie mod. 254.

145. Muni de ce bon de livraison, le destinataire se présentera sur les quais de débarquement où la marchandise lui sera livrée par le préposé à la livraison, qui aura soin de pointer sur cet imprimé et avec le plus grand détail les marchandises qu'il livrera, et qui signera en regard de chaque colis livré. Il sera alors délivré au destinataire par le bureau d'arrivages un bulletin de sortie extrait du registre à souche (mod. n° 443), après qu'il aura émargé dans la colonne 7 du bon de livraison et acquitté les frais de magasinage s'il y a lieu. Le numéro et la date de ce bon de sortie seront inscrits dans les colonnes 9 et 10 du bon de livraison, et, si toutes les marchandises auxquelles il est applicable sont livrées, ce bon sera conservé et classé pour servir en cas de réclamation.

BULLETIN DE SORTIE.

146. Aucune marchandise ne sera enlevée de la gare sans être accompagnée d'un bulletin de sortie. Ces bons sont extraits d'un carnet à souche mod. n° 443. Ils sont recueillis à la porte et chaque soir apportés au bureau pour être collés à leurs souches.

LIVRAISON A DOMICILE.

147. La livraison à domicile est faite dans les stations où ce service est établi par l'entremise d'un entrepreneur de camionnage. Les articles à livrer à domicile sont inscrits sur un bordereau de remise mod. 256, et sur le registre de sortie mod. 255, registre qui est émargé par l'agent du camionnage. Ce dernier dresse les bordereaux de livraison mod. 257, auxquels il joint les lettres de voiture, sur le vu desquelles le préposé à la livraison remet la marchandise dont la sortie est constatée par le bon de sortie mod.

Chaque jour le règlement des livraisons effectuées sera constaté sur le carnet mod. 259 dont copie sur bordereau mod. 258 est remise à l'entrepreneur.

ÉTAT RÉCAPITULATIF DES ARRIVAGES.

148. La journée terminée, les totaux des arrivages des diverses provenances sont portés sur l'état récapitulatif mod. 260 en regard du nom de chaque station expéditeur. Le total général doit être conforme à celui du livre des arrivages.

CHAPITRE V.

DISPOSITIONS COMMUNES AUX DEUX SERVICES GRANDE ET PETITE VITESSE.

BORDEREAU RÉCAPITULATIF JOURNALIER.

149. Les opérations comptables doivent être résumées à la fin de chaque journée sur les bordereaux récapitulatifs 239 pour la petite vitesse et 240 pour la grande vitesse.

150. Ces bordereaux sont divisés chacun en quatre parties distinctes :

1° Les ports payés au départ;

2° Les encaissements opérés sur les arrivages en port dû;

3° Le détail du versement;

4° Les produits de la journée, qui comprend toutes les expéditions faites par la station en port payé au départ, non compris les au-delà, et en port dû à l'arrivée, non compris les débours et les remboursements.

151. Le total des deux premières parties doit toujours être égal au total du versement.

152. Ces bordereaux s'établissent sur le vu des registres des expéditions et des arrivages;

1° Des expéditions pour s'assurer si le versement est conforme aux recettes indiquées;

2° Des arrivages, pour vérifier si les sommes versées concordent avec les encaissements qui ont été faits dans la journée.

AVIS DE DÉBIT ET DE CRÉDIT.

153. Chaque jour après vérification, il est adressé à chaque chef de station un avis mod. 302, constatant les sommes auxquelles s'élèvent son débit et son crédit, à la date de la dernière journée vérifiée.

Les réclamations relatives aux chiffres mentionnés sur ces avis ne seront prises en considération que lorsqu'elles auront été faites dans les cinq jours qui suivront la réception de chaque avis.

COMPTE COURANT DE LA STATION.

154. Un livre spécial, mod. 237, établit journée par journée le compte courant général de la station. Ce livre est le résumé de trois autres carnets présentant les comptes courants des divers services de la gare :

1° Mod. n° 234, pour le service des voyageurs;

2° Mod. n° 235, pour le service de la grande vitesse;

3° Mod. n° 236, pour le service de la petite vitesse.

155. Un extrait, mod. 238, qui est la copie du registre mod. 237, est envoyé chaque jour au contrôle avec les pièces de comptabilité. Cet extrait présente :

1° Le solde débiteur de la station, établi par elle;

2° La justification de ce solde en espèces litiges et articles à livrer;

3° La justification de la différence entre le solde débiteur résultant du dernier avis de débit et de crédit reçu du contrôle, et celui établi par la station à la même date.

RECTIFICATIONS.

156. Les ports payés ou encaissés au départ, étant liquidés jour par jour, si les agents chargés de cet encaissement ont bien opéré, le montant de leur versement journalier doit solder entièrement cet article de débit ; s'ils ont mal opéré, un avis de rectification mod. n° 309 leur fait connaître les motifs de la différence qui existe entre leur débit constaté par la station et celui constaté par le contrôle.

157. Si le débit constaté par le contrôle est supérieur à celui constaté par la station, le chef de la station force en recette, sur la journée suivante, l'employé qui a commis l'erreur.

158. Si, au contraire, le contrôle constate un débit inférieur, le chef de station prévient l'employé qui a fait erreur à son préjudice, de retenir la somme sur son versement du lendemain.

159. Le règlement de ces rectifications doit être régulièrement constaté sur les bordereaux récapitulatifs journaliers, et le montant en être versé immédiatement, sauf réclamation.

160. Quant aux arrivages en ports dus, les employés comptables n'étant tenus de rendre compte de ce débit qu'à mesure des encaissements, le chef de station ou l'employé responsable, avant d'accepter le débit donné par le contrôle, doit s'assurer si les arrivages constatés dans son bureau à la date indiquée, forment bien le montant déterminé par l'avis du débit (mod. 302).

161. Dans le cas où une différence existerait, le chef de station en donne immédiatement avis, et le contrôle, en lui envoyant le détail des sommes qui ont servi à former le débit, met l'agent responsable à même de constater l'erreur et de la rectifier.

162. Le solde débiteur des arrivages doit toujours être représenté par les sommes dues sur les articles qui restent à livrer.

163. A la fin de chaque mois, le contrôle adresse à chaque chef de gare et de station, l'état résumé de sa situation mensuelle (mod. n° 313). Cet état, revêtu de l'acceptation du chef de station, doit être retourné au chef du contrôle.

DÉBOURS A PRÉSENTATION.

164. Il pourra être payé à l'expéditeur d'un article en port dû, à titre de débours à présentation, une somme représentant, soit un transport antérieur, soit tous autres frais à la charge de la marchandise. Cette somme, dans aucun cas, ne devra excéder le cinquième de la valeur des colis à expédier.

165. L'expéditeur donnera quittance de la somme reçue sur la feuille d'émargement de débours, mod. n° 214. Ces feuilles, détachées de leurs souches, seront envoyées chaque jour au contrôle, l'une pour la grande, l'autre pour la petite vitesse. Le total de chacune d'elles devra être respectivement égal au total des débours portés aux états récapitulatifs des expéditions, mod. 217 et mod. 250.

REMBOURSEMENTS PAYABLES APRÈS AVIS D'ENCAISSEMENT.

166. Les remboursements sont assujettis à la taxe des finances. Cette taxe doit être appliquée au départ de l'article qui en est grevé.

La taxe est en port payé, lorsque l'expéditeur consent à payer le port du remboursement, ou bien en port dû, lorsque ce transport demeure à la charge du destinataire.

167. Le chiffre du remboursement est mentionné dans la colonne intitulée : Remboursement après avis d'encaissement, sur les registres d'expédition et d'arrivage, ainsi que sur les feuilles de route ; il est totalisé avec les frais de transport.

168. Au départ de tout article expédié contre remboursement payable après avis d'encaissement, le bureau expéditeur doit créer, à l'aide du carnet à souche, mod. 216, un

mandat d'égale somme, payable après avis d'encaissement, et le remettre à l'expéditeur de l'article, après en avoir détaché le coupon, intitulé : AVIS D'ENCAISSEMENT.

169. Pour les articles expédiés en grande vitesse, l'avis d'encaissement doit être joint à la feuille de route; pour les articles à petite vitesse, à la lettre de voiture.

170. A l'arrivée, la station destinataire qui est débitée du montant du remboursement, l'encaisse au moment de la livraison, et retourne l'avis d'encaissement au bureau expéditeur, après en avoir rempli toutes les indications. Cet envoi doit être fait sur feuille de route.

171. A la réception de cet avis d'encaissement, le bureau expéditeur informe sans délai l'expéditeur de l'article, à l'aide d'une lettre d'avis extraite du carnet mod. 251, qu'il tient à sa disposition le montant du mandat payable après avis d'encaissement dont il est porteur.

172. Les stations se créditent par leur bordereau récapitulatif journalier, sous le titre : Mandats acquittés, du montant des mandats qu'elles soldent, entre les mains des divers expéditeurs. A l'appui de cette demande de crédit, elles joignent aux pièces de comptabilité de la journée un bordereau de remise des mandats acquittés, mod. n° 231.

173. A dater du moment de la réception de l'avis d'encaissement, toute station doit faire sur ses recettes la retenue nécessaire pour payer le montant des mandats qui peuvent lui être présentés. Dans le cas où ses recettes seraient insuffisantes, même en retenant les versements de deux ou plusieurs journées, elle doit en prévenir le chef du service commercial.

174. Si, dans les cinq jours pour la grande vitesse, dans les dix jours pour la petite vitesse, qui suivront l'expédition d'un article grevé de remboursement, l'avis d'encaissement n'est pas parvenu à la station expéditeur, le chef de cette station adressera à la station destinataire une demande d'avis d'encaissement extraite du carnet à souche, mod. n° 261.

175. Dans les vingt-quatre heures de la réception de cette demande, le chef de la station destinataire devra la retourner à la station expéditeur avec sa réponse, indiquant les motifs qui s'opposent à l'encaissement, motifs qui seront immédiatement communiqués à l'expéditeur.

AU-DELA.

176. Lorsqu'un expéditeur présente un article à expédier en port payé pour un point situé au delà de la ligne desservie par la Compagnie et dont le tarif est communiqué, il peut payer, en sus du port afférent au chemin de fer, le tarif applicable au parcours jusqu'à destination du service correspondant.

177. Les frais de transport sur ce dernier parcours constituent le port payé pour au-delà.

178. Dans ce cas, le bureau des expéditions fait recette des sommes payées pour au-delà, en les mentionnant dans les colonnes spéciales qui sont réservées à cet effet sur les registres et les feuilles de route.

179. La Compagnie ne comprenant point dans ses produits le factage et le camionnage, dont la recette est perçue directement par les entrepreneurs, les sommes qui seront reçues au départ par les bureaux expéditeurs, pour factage ou camionnage affranchis, devront également figurer dans la colonne des au-delà.

180. Toutes les fois qu'une station reçoit un article de cette catégorie, elle tient compte de la somme mentionnée pour au-delà à l'entreprise chargée de le transporter à destination, et se crédite de cette avance à la fin de la journée, sur son bordereau récapitulatif, à l'article Au-delà.

CARNET ET FEUILLE DU MOUVEMENT ET DE LA SITUATION DES LITIGES.

181. Les articles litigieux inscrits au livre des litiges, comme il a été prescrit aux arrivages grande et petite vitesse, seront portés chaque jour au carnet du mouvement et de la situation des litiges, mod. n° 227, dans la colonne des entrées. On portera par contre,

dans la colonne *sorties*, tous les articles litigieux recouvrés ou liquidés dans le courant de la journée. Chaque jour la balance sera faite sur le registre, comme elle est indiquée au bas de la feuille mod. 226.

Deux exemplaires de cette feuille, résumant par journée le mouvement et la situation des litiges, seront envoyés chaque jour, l'un au chef du service commercial, et l'autre au chef du contrôle.

RECETTES SUPPLÉMENTAIRES.

182. Les recettes supplémentaires comprennent les encaissements de toute espèce qui n'ont pu être spécifiés, savoir :

1° Les suppléments de place perçus pour tout voyageur trouvé dans une voiture d'une classe supérieure à celle déterminée par son billet;

2° Les suppléments de parcours concernant les voyageurs qui ont dépassé la destination que leur billet indique;

3° Les doubles perceptions pour changement de classe et parcours supplémentaire;

4° Le prix de place pour tout voyageur non muni de billet ou de permis;

5° Le magasinage des articles restés en gare;

6° Tous autres produits imprévus.

183. Les recettes pour supplément de classe, supplément de parcours, ou billets non représentés, sont effectuées par le contrôle de route ou à la sortie, au moyen de bulletins à souche et à talon extraits du carnet (mod. n° 268).

Le n° du train et le n° d'ordre du bulletin de recette doivent être indiqués avec soin.

184. Ces diverses recettes doivent être enregistrées chaque jour à leur date respective sur le registre des recettes supplémentaires, mod. 227.

185. Un bordereau de recettes supplémentaires, mod. 228, est extrait de ce registre et adressé au chef du contrôle avec les pièces comptables de la journée.

VERSEMENT DES RECETTES.

186. Les chefs de station doivent verser intégralement à la caisse les sommes qui ont été reçues dans la journée précédente par les différents bureaux : recette pour billets de voyageurs, suppléments de parcours, ports payés au départ, recouvrements sur ports dus à l'arrivée; magasinage, recettes à différents titres, et enfin l'ensemble des perceptions afférentes à cette journée.

187. Ils ne doivent retenir sur le montant de ces recettes que les sommes nécessaires pour faire face au payement des débours, des remboursements, des au-delà, des mandats ordonnancés, ou de toute autre dépense régulièrement autorisée.

JOURNÉE COMPTABLE.

188. La comptabilité des gares et stations est arrêtée par journée, et a pour base unique la date des expéditions.

189. Devront être comprises sous une même date toutes les expéditions parties d'une même station dans la même journée, c'est-à-dire de minuit à minuit.

190. Pour les arrivages, les articles doivent être inscrits à la date portée sur les feuilles de route par les bureaux expéditeurs.

191. Toutes les prescriptions du présent règlement spécial ne pourront être modifiées ou annulées que par un règlement général émanant de l'ingénieur en chef, ou par un règlement spécial signé par l'ingénieur du matériel et de l'exploitation.

Paris, le 31 mai 1857.

L'Ingénieur du matériel et de l'exploitation,
F. LACOMBE.

Vu et approuvé :
L'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et des Chemins de fer des Ardennes,
E. DUCOS.

Projet de budget pour l'année 1874.

ADMINISTRATION ET SERVICE CENTRAL.

Traitement du chef de service de l'exploitation......	3,000f »		16,100f 47
Déplacements......................................	600 »		
Traitement du comptable..........................	1,800 »		
Heures supplémentaires..........................	200 »		
Traitement d'un expéditionnaire..................	1,200 »		
Heures supplémentaires..........................	150 »		
Garçon de bureau.................................	1,000 »		
Indemnités de déplacements au médecin...........	300 »		
Frais de publicité, imprimés, rapports aux assemblées......................................	800 »		
Contributions et patentes........................	1,620 60		
Assurances..	363 45		
Timbre des actions, contributions et impôts........	426 42		
Frais de contrôle par l'État, 50f par kilomètre......	950 »		
Comptabilité des Charentes.......................	1,500 »		
Frais divers.......................................	600 »		
Loyer de la maison................................	940 »		
Chauffage...	350 »		
Éclairage..	300 »		

EXPLOITATION PROPREMENT DITE.

Intérimaire faisant les remplacements.............	1,300 »	1,500f »	
Déplacements......................................	200 »		
Gare de Barbezieux.			
Chef de gare......................................	1,500 »	8,800 »	
Receveur..	300 »		
1 facteur enregistrant P. V......................	1,300 »		
1 facteur...	1,100 »		
1 chef d'équipe...................................	1,000 »		
4 hommes d'équipe.................................	3,600 »		
Viville.			
1 chef de station..................................	1,200 »	1,200 »	
Malaville.			
1 chef de station..................................	1,200 »	1,200 »	
Halte de Chadeuil.			
1 chef de halte...................................	1,000 »	1,000 »	
Gare de Châteauneuf.			
1 préposé à la reconnaissance.....................	1,300 »	12,130 50	
1/3 visiteur......................................	425 50		
Frais de gare commune............................	2,905 »		
Frais de personnel commun........................	7,500 »		

SERVICE DES TRAINS.

1 conducteur chef.................................	1,400 »	3,180 »	
Déplacements......................................	280 »		
1 conducteur......................................	1,200 »		
Déplacements......................................	200 »		
Dépenses diverses.................................	100 »		
A reporter..........		29,010 50	16,100 47

Report...........			29,010 50	16,100 47
Éclairage et chauffage des gares..................	1,500	»		
Id. des trains..................	550	»	5,427 »	34,437 50
Imprimés des gares, billets.....................	3,000	»		
Affichage, publicité, tarifs......................	377	»		

MATÉRIEL ET TRACTION.

2 mécaniciens à 1,800 fr......................	3,600	»		
2 chauffeurs à 1,500 fr......................	3,000	»		
Déplacements des chauffeurs et mécaniciens.......	1,200	»		
1 chauffeur de nuit.........................	1,080	»		
1 menuisier................................	1,080	»		
1 nettoyeur................................	1,080	»		
Fourniture de charbons......................	12,600	»	37,030 »	37,030 »
Id. d'huile............................	1,420	»		
Id. d'eau..............................	200	»		
Primes d'économie et autres..................	1,200	»		
Location de matériel aux grandes compagnies......	1,800	»		
Annuités d'amortissement et de renouvellement du matériel roulant...........................	8,770	»		

ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

1 piqueur..................................	1,500	»		
Déplacements...............................	100	»		
2 chefs d'équipe	2,200	»		
10 hommes à 900 fr.........................	9,000	»		
4 gardes-barrières à 96 fr....................	384	»	29,554 »	29,554 »
Fournitures diverses.........................	1,500	»		
Entretien des bâtiments......................	1,500	»		
Entretien des passages à niveau................	800	»		
Annuité de renouvellement du matériel de la voie...	12,570	»		
Total...........				117,121f 97

Résumé.

Le service central coûte.....	13,166f 42, soit	692f 96	p. kil. et	0,237	p. train kilom.
Les gares et les trains.......	34,437 50	1,812 50	—	0,627	—
Matériel et traction.........	28,260 »	1,487 05	—	0,509	—
Voie......................	16,984 »	893 89	—	0,306	—
Charges de l'exploitation....	2,934 05	149 16	—	0,053	—
Totaux.......	95,781f 97	5,036f 46		1,732	
Remp. et renouvellements...	21,340 »	1,128 42		0,387	
	117,121f 97	6,164f 88		2,117	

Nombre de trains par an.........................	2,920
Nombre de kilomètres parcourus..................	55,480

SUPÉRIORITÉ DES COMPAGNIES LOCALES

SUR LES GRANDES COMPAGNIES

AU POINT DE VUE DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER D'EMBRANCHEMENT.

Nous terminerons cette section par quelques observations au sujet du mode général à adopter pour l'exploitation des chemins de fer économiques.

OPINION DE M. JACQMIN.

Dans son *Traité de l'exploitation des chemins de fer*, M. Jacqmin, directeur de la Compagnie des chemins de l'Est, s'exprime ainsi au sujet de la convenance qu'il y a à faire gérer les lignes d'intérêt local par des sociétés particulières :

« Les lignes secondaires, dit cet ingénieur, pourront donner, dans un certain nombre de cas, outre le payement des dépenses de l'exploitation, une rémunération du capital engagé, mais à la condition de n'être pas englobées dans les réseaux des grandes Compagnies et de rester la propriété de sociétés particulières tout à fait indépendantes.

« Malgré les difficultés que présente une exploitation morcelée, notre conviction est qu'une petite société, n'ayant avec les grandes Compagnies que des conventions pour l'usage de la gare de bifurcation et pour l'échange du matériel roulant, pourra tirer de l'exploitation d'un chemin de fer d'intérêt local un rendement supérieur à celui que la Compagnie de l'Est retire des lignes vicinales de l'Alsace, et cela pour une seule raison. L'État et le public seront moins exigeants. D'une part, une petite Compagnie n'aura pas à transporter gratuitement la poste, les gendarmes, les agents des télégraphes, des contributions indirectes; elle n'accordera pas de réduction pour les transports militaires, pour le matériel des finances et de la guerre, — toutes réserves faites par l'État à son profit qui représentent des sommes considérables. — En second lieu, le public comprendra que le nombre des trains doit être réduit aux plus stricts besoins et qu'il n'est pas possible d'exiger, pour les dimanches et les jours de fêtes, un matériel inutilisé dans la semaine. Pour les gares, on se contentera d'une guérite. La perception sera faite par le conducteur du train ou par un homme qui viendra à la station au moment du passage du train.

L'exploitation en navette, avec une seule machine, rendra inutiles les fils et les appareils télégraphiques, ainsi que les signaux à distances. Enfin les localités traversées admettront « qu'une société constituée avec les capitaux du pays conserve des taxes kilométriques élevées, tandis qu'elles les refusent à une grande Compagnie qu'elles ne connaissent point et dont elles exagèrent toujours la richesse et la puissance. »

En Écosse, les embranchements sont exploités plus économiquement qu'en Angleterre, où ils font partie des grands réseaux. Il en donne les motifs suivants : « En Écosse, les « Compagnies n'ont pas d'état-major d'employés supérieurs, et le public est appelé à faire « lui-même une partie du service des gares.

« Sur un chemin de faible longueur, la surveillance est active et incessante. Le direc- « teur peut se rendre compte par lui-même de ce qui s'y passe; il connaît, par leurs « noms, tous ses employés, il est en relation directe avec eux, sans intermédiaires. Il en « obtient une plus grande somme de travail et de dévouement par des communications « personnelles et des ordres verbaux que par des circulaires écrites et par des règlements « imprimés. »

Le directeur d'une grande Compagnie ne peut s'occuper utilement des petits embranchements qui se greffent sur la ligne principale; les questions relatives à ces embranchements ne sont pas faites pour l'intéresser, car elles se réfèrent souvent à une situation onéreuse pour la Compagnie.

Certains embranchements, en effet, sont d'une exploitation fort coûteuse, parce que le service y est subordonné au mouvement de la grande ligne, au lieu de l'être aux conve-

nances locales. Aussi arrive-t-il qu'on est parfois obligé d'y effectuer un service de nuit, dont les habitants du pays ne profitent guère, si ce n'est pour correspondre avec la ligne principale, service qui exige le doublement du personnel.

Un embranchement administré par une direction locale et indépendante peut, au contraire, devenir rémunérateur. Le service de nuit y est supprimé : d'où une économie considérable dans le personnel. D'un autre côté, le trafic s'y développe, grâce à l'industrie des directeurs, qui résident sur les lieux et connaissent toutes les ressources et tous les besoins de la contrée.

On ne saurait s'imaginer l'intelligence et l'activité que certaines Compagnies écossaises déploient pour accroître leur clientèle. M. Bergeron cite une de ces sociétés, celle du chemin de fer d'Eskbank (ligne d'Édimbourg à Hawick) à Peebles, qui a poussé l'industrie jusqu'à fournir des sacs à grains aux fermiers des localités traversées pour les encourager à se servir de la voie de fer.

Voilà un système praticable pour une Compagnie locale, mais qu'une grande Compagnie réaliserait difficilement, car il faudrait étendre la mesure à tout son réseau, et le service administratif en serait très-compliqué. Puis, il n'entre pas toujours dans les habitudes des chefs de service de nos grandes Compagnies de se prêter aux usages des cultivateurs et des négociants, et d'étudier les mille besoins des producteurs, dont le moindre peut donner naissance à une source de produits parfois abondante. On oublie trop souvent le véritable caractère d'un chemin de fer, sinon une vaste maison de commerce mettant à la disposition des consommateurs, à prix fixe et découvert, deux précieuses marchandises : la vitesse et la force.

AVIS ET CONCLUSION.

Si nous avions à exprimer une opinion personnelle sur ce sujet, nous dirions, comme nous l'avons déjà indiqué à l'occasion de la polémique entre la voie large et la voie étroite, entre les locomotives routières et les locomotives à rails, que la meilleure solution ne peut être absolue, mais seulement relative.

Évidemment, lorsque la voie est différente, ou plus légère, et que le matériel de la grande ligne ne peut circuler sur l'embranchement, il vaut mieux, sauf réserve de bonne administration et d'économie sincère dans toutes les branches du service, exploiter soi-même, et éviter les inconvénients d'un engrenage irrégulier dans un mécanisme tout établi pour un autre régime et à un autre point de vue.

Mais, *en fait*, la difficulté de l'exploitation pour les grandes Compagnies ne tient qu'à un point matériel : c'est que les lourdes locomotives et les véhicules du grand réseau ne peuvent circuler sans transbordement sur les petites lignes.

Dès que la grande Compagnie voudra créer et employer pour chaque embranchement des locomotives *ad hoc*, qu'elle remisera à la gare terminale formant l'en-tête de la ligne secondaire, il y aura des économies réalisées :

1° Suppression des frais généraux de conseil d'administration, de finances, de contrôle, etc., qui résultent de toute Compagnie isolée;

2° Facilité de réparer les machines ou de construire le matériel dans les ateliers centraux de la grande Compagnie, au lieu d'organiser des ateliers de réparation spéciaux; — facilité de personnel, de surveillance et de centralisation de la comptabilité.

Nous ne nous prononçons pas plutôt pour une combinaison que pour une autre; la conclusion dépend essentiellement du tempérament des Compagnies, de la situation matérielle des lignes et des idées spéciales de leurs ingénieurs en chef.

ONZIÈME SECTION

PERSONNEL

CHAPITRE I

CLASSIFICATION DES SERVICES

HIÉRARCHIE — DIVISION DU TRAVAIL

§ 1. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Un bon personnel est, dans toutes les industries possibles, la première condition du succès et de la réalisation des bénéfices. Lorsque, comme dans un chemin de fer, les employés sont constamment en rapport avec le public et qu'ils doivent néanmoins observer une discipline sévère et une exactitude spéciale, il est encore plus important de les choisir avec attention, de les former à leurs différents services par des instructions et des règlements judicieux, faciles à observer ou à se rappeler, et aussi, pour les conserver et avoir plus de garanties de fidélité et de bons services, il faut s'occuper de leur créer une position suffisamment rémunératrice et un avenir, ou tout au moins une retraite proportionnelle, qui puissent leur offrir un appointement suffisant et une sécurité relative en cas de maladie ou de vieillesse.

1. — PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA RÉMUNÉRATION.

En principe, une rémunération complète et rationnelle doit se composer de trois éléments :

1° Une *partie fixe*, périodique, qui correspond à la somme nécessaire et indispensable pour vivre, suivant le degré de la hiérarchie, les mérites et les besoins de l'employé : ce fixe peut être basé sur l'année, le mois, la semaine ou la journée.

2° Une *partie proportionnelle*, c'est-à-dire un intérêt dans l'entreprise ou dans l'industrie dont on est fonctionnaire : elle peut être basée sur les bénéfices, ou mieux, combinée d'une prime directe sur les recettes mensuelles ou annuelles, avec une contre-prime basée sur les dépenses correspondantes. Cette dernière forme permet le règlement périodique et à court délai des sommes dues et il évite aussi le droit d'immixtion du personnel dans les détails de l'administration et dans le compte des bénéfices nets, ce qui est au moins une perte de temps.

3° Une *partie volontaire*, sous forme de gratification, indemnité, étrennes, avantages de logement, d'habillement, de consommation ou de résidence, qui permette de distinguer le travail fait avec zèle et dévouement de celui qui n'est fait qu'avec crainte de renvoi et le sentiment jaloux du droit strict de l'employé à l'égard de ses chefs.

2. — CHOIX ET ORIGINES DIVERSES DU PERSONNEL.

En ce qui concerne le choix du personnel lui-même, il dépend évidemment avant tout des fonctions à remplir :

1° Pour les positions d'Ingénieur en chef de la *Construction* et du *Contrôle*, les Compagnies préfèrent généralement fixer leur choix sur d'anciens Ingénieurs des Ponts-et-Chaussées ou sur des Ingénieurs civils ayant obtenu le diplôme de Constructeur.

2° Pour l'*Exploitation*, les *Ateliers*, les *Machines* et le *Matériel*, on trouve généralement que les titulaires sont d'anciens Ingénieurs des Mines, des Ingénieurs civils ayant diplôme de mécanicien, ou des élèves des écoles d'Arts et Métiers ayant passé un certain nombre d'années dans une grande usine métallurgique ou dans un atelier de construction. Les écoles professionnelles de diverses villes ont aussi donné un contingent assez nombreux à ce point de vue, pour les fonctions de Chef d'atelier, d'Inspecteur, etc.

3° Les *Mécaniciens* des locomotives et leurs aides ou assistants sortent presque exclusivement des écoles d'*Arts et Métiers* ou des *Écoles industrielles.*

4° Enfin les employés chargés du service administratif, de la comptabilité, de la conduite des trains, puis, plus secondairement, les aiguilleurs, gardes-barrières, hommes d'équipe, sont, de préférence, choisis parmi les militaires en congé ou les anciens employés d'administration que les Ministères ou les Administrations recommandent aux Compagnies.

Il y a même eu, récemment, plusieurs circulaires ministérielles prescrivant, en quelque sorte obligatoirement aux Compagnies, de réserver un tiers au moins des emplois disponibles, pour les aptitudes correspondantes, à des militaires ou sous-officiers en congé.

§ 2. — CLASSIFICATION DES SERVICES.

On peut classer le personnel des chemins de fer en *six cadres spéciaux*, ainsi qu'il suit :

A. Service *Administratif* ou *Central*;

B. Service de la *Construction* ou de l'*Entretien*;

C. Service du *Mouvement* ou des *Trains;*

D. Service *Commercial* ou des *Marchandises*;

E. Service du *Matériel* et des *Ateliers*;

F. Service du *Contrôle.*

A. — SERVICE ADMINISTRATIF OU CENTRAL.

Le service administratif comporte lui-même :

1° L'*Administration générale*, c'est-à-dire le Conseil d'administration, avec son Président, ses Vice-Présidents, ses Administrateurs, Membres du Comité de surveillance ou du Comité de direction, Censeurs (dans certaines Compagnies), Inspecteurs généraux, Secrétaires, Huissiers, Garçons de salle, etc.;

2° Le *Personnel*, c'est-à-dire le Chef du Personnel et ses Employés, Comptables, etc.;

3° La *Comptabilité centrale*, qui se définit d'elle-même et a pour but, outre la centralisation du compte des travaux, du service commercial et des ateliers, de préparer aussi, périodiquement, tout ce qui concerne les comptes rendus du Conseil aux Actionnaires, la fabrication des titres (actions, obligations, etc.), l'émission et le rachat des titres, le payement des coupons d'intérêts et de dividendes, les emprunts et obligations, le tirage des obligations, etc.;

4° Le *Contentieux*, qui centralise les réclamations, recouvrements, actions judiciaires ou procès que la Compagnie peut avoir à soutenir;

5° Enfin la *Surveillance administrative* ou le *Contrôle* intérieur, qui est indépendant du contrôle extérieur exercé par l'État sur l'ensemble des agissements de chaque Compagnie.

B. — PERSONNEL DE LA CONSTRUCTION ET DE L'ENTRETIEN.

Ici l'on a d'abord à considérer :

1° Le *Personnel des Études*, qui fonctionne le premier et dès l'origine, de concert avec le personnel administratif supérieur, c'est-à-dire avec les fondateurs, premiers commanditaires et promoteurs de l'entreprise. Nous avons détaillé, à la 1re *Section*, de quels éléments il était ordinairement composé.

On ne le maintient, dans la suite de l'exploitation, qu'à titre latent ou extérieur en quelque sorte, c'est-à-dire qu'après l'achèvement et le payement des frais d'étude on conserve généralement les chefs et opérateurs principaux, d'abord comme conducteurs ou surveillants des travaux.

On les garde ensuite comme dessinateurs ou employés, à tel ou tel autre titre analogue,

afin de pouvoir les retrouver plus tard pour les études topographiques des embranchements, prolongations, rectifications, concessions nouvelles.

Ils peuvent aussi rendre des services de leur compétence pour les acquisitions de terrains, les règlements d'indemnités, les nivellements pour abaisser ou relever les voies, etc.

2° Le *Personnel de la Construction*, organisé après l'obtention de la concession, et qui se compose des Ingénieurs en chef, ingénieurs principaux ou Ingénieurs ordinaires de chaque ligne, assistés de leurs Conducteurs, Chefs de chantiers, Chefs de travaux, Dessinateurs, Calqueurs, Piqueurs, Surveillants, etc.

Lorsque la construction est terminée, il est logique d'offrir à chacun des Ingénieurs ou Employés qui ont dirigé la construction une place correspondante dans l'Entretien, ou, en cas d'insuffisance dans le nombre des places disponibles (il y en a rarement plus du quart), un emploi dans l'Exploitation, soit à chiffre égal, soit à chiffre réduit.

C. — PERSONNEL DU MOUVEMENT.

Il se décompose en personnel *fixe* et personnel *mobile*.

Les Chefs et Sous-Chefs de gare, les Gardes-barrières, les Aiguilleurs, les Hommes d'équipe, les Lampistes, les Magasiniers, etc., composent la première série.

Les Conducteurs de trains, Mécaniciens, Chauffeurs, Gardes-freins, Inspecteurs de la voie en route, etc., composent la deuxième.

C'est surtout pour la composition du personnel fixe du Mouvement que l'État recommande l'emploi des anciens militaires. C'est, en effet, pour l'exactitude des heures d'arrivée et de départ, la garde des immeubles de la Compagnie et le maintien du public, tant en marche que dans les stations, qu'il est nécessaire de pouvoir compter sur une discipline rigoureuse et sur une activité énergique.

D. — PERSONNEL COMMERCIAL, OU DES MARCHANDISES.

Cette partie du service occupe surtout les agents commerciaux, chefs du service commercial, comptables et percepteurs des gares à marchandises, employés de l'expédition, des messageries et du pesage, etc.

Il comprend un très-grand développement dans certaines gares terminales, comme, par exemple, à La Chapelle (Nord), à la Villette (Est), à la gare de Bercy (Lyon). Il y a là, en outre, des préposés à l'octroi, aux caves, aux trains de marée, aux convois de bestiaux, aux trains de ballast, aux transports spéciaux, militaires ou autres.

Les hommes d'équipe seuls composent généralement, en nombre, la majeure partie du personnel des gares.

E. — PERSONNEL DU MATÉRIEL OU DES ATELIERS.

La réparation, le nettoyage et l'entretien des voitures, des locomotives et du matériel fixe, occupent également un assez grand nombre relatif d'ouvriers et employés spéciaux.

Dans les ateliers de réparation, on trouve les chefs d'atelier, ou directeurs du matériel, les contre-maîtres, gardes-magasins, chefs des ateliers de forge, d'ajustage, de menuiserie, de peinture et vitrerie, de tapisserie, etc.

Suivant l'importance des lignes, ce personnel est, on le comprend, plus ou moins développé.

Ce serait une faute de lui donner trop de fonctions divisées dans les chemins de fer d'intérêt local ; il vaut mieux, pour ce genre de lignes, traiter à forfait de l'entretien avec un entrepreneur spécial, ou faire cumuler les fonctions par un même chef de service intelligent qui traite, dans des conditions déterminées, et en rendant un compte détaillé et justifié, avec les entrepreneurs et ouvriers de chaque corps d'état.

F. — PERSONNEL DU CONTROLE.

Enfin, on sait que, dans les chemins de fer concédés par l'État ou par les Départements, il y a toujours, en principe, à côté de chaque fonction principale de la Compagnie, une fonction correspondante occupée par un ingénieur ou un administrateur de l'État ou de la Préfecture.

Le ministère s'attribue, en effet, le rôle de propriétaire, au moins futur de la ligne, et, en outre, il doit être le gardien et représentant des droits et des intérêts du public.

En réduisant les choses à leurs termes les plus modestes, il y a toujours, dans chaque ligne, au moins :

1° Un Ingénieur en chef du contrôle (qui est l'Ingénieur des Ponts et Chaussées ou l'Agent-voyer des Départements, dans le cas des lignes d'intérêt local);

2° Un ou plusieurs commissaires de surveillance administrative;

3° Le directeur général des chemins de fer ou ses représentants près le ministère des travaux publics, pour discuter avec les Compagnies, ou procéder au besoin contre elles au contentieux (conseil d'État ou conseil de préfecture).

Ce régime est la conséquence malheureusement inévitable du système des concessions subventionnées.

Pour la moindre somme que l'État ou le département accorde à une Compagnie, il se considère comme en droit de lui imposer de plus grandes dépenses, des formalités et des sujétions de tous genres, qui sont souvent plus onéreuses que la subvention elle-même ne peut valoir. C'est à tel point qu'il y aurait quelquefois avantage à ne pas demander de subvention du tout.

Malheureusement, les habitudes d'intervention et de réglementation de l'État sont tellement invétérées, par suite de la dépendance dans laquelle sont nées les grandes Compagnies, où le gouvernement a été le réel constructeur et créateur des lignes, qu'aujourd'hui on n'évite pas plus les formalités, les cautionnements et les exigences administratives, en demandant une subvention ou en n'en demandant pas.

CHAPITRE II

TRAITEMENT DU PERSONNEL

DÉPENSE KILOMÉTRIQUE.

Pour une ligne de 20 kilomètres d'étendue, le personnel peut être limité à un ingénieur, un comptable, un expéditionnaire et un conducteur de travaux, assistés d'un piqueur : ces deux derniers, employés au bureau de l'ingénieur pendant la période des formalités et de rédaction des projets, peuvent ensuite être occupés sur les travaux et dans l'exploitation. On peut admettre les chiffres suivants pour les traitements des divers agents :

Personnel pour une ligne de 20 kilomètres.

L'ingénieur	7,000 fr.
Le conducteur des travaux	3,600
Le piqueur	1,800
Le comptable	1,800
L'expéditionnaire	1,500
Garçon de bureau	1,200
Total	16,900 fr.

Une ligne de 20 kilomètres peut facilement s'établir en deux années. Le personnel coûtera donc 33,800 francs, soit 1,690 francs par kilomètre.

En partant du prix de revient kilométrique du personnel pour une ligne de 20 kilomètres, les dépenses kilométriques afférentes au personnel ne diminuent pas sensiblement avec la longueur de la ligne.

Ainsi, pour une ligne de 30 kilomètres de longueur, le personnel se composerait et serait rétribué de la manière suivante :

Personnel pour une ligne de 30 kilomètres.

Ingénieur	8,000 fr.
1er conducteur de travaux	3,600
2e conducteur de travaux	2,400
2 piqueurs à 1,800 fr.	3,600
Comptable	2,000
1 dessinateur	1,800
1 expéditionnaire	1,500
1 garçon de bureau	1,200
Total	24,100 fr.

Soit 48,200 pour deux ans, et $\frac{48,200}{30} = 1,606$ par kilomètre, si la construction de la ligne est terminée au bout de deux années.

Personnel pour une ligne de 100 kilomètres.

Un chemin de fer d'intérêt local de 100 kilomètres d'étendue nécessite une organisation plus compliquée. Il traversera au moins deux départements dans la plupart des cas, et il devient indispensable d'installer un ingénieur en chef au chef-lieu du département le plus important ou sur le territoire duquel est située la principale partie de la ligne. Il est également nécessaire de diviser la ligne en deux arrondissements d'ingénieurs ayant sous leurs ordres divers agents, et notamment des chefs de section appelés à les représenter sur les travaux. Dans ce cas, le chef de section devra résider à l'extrémité de l'arrondissement opposée à celle qu'habite l'ingénieur, afin qu'ingénieurs et chefs de section puissent surveiller utilement les travaux.

Les services de l'ingénieur en chef et des ingénieurs d'arrondissement seront composés et rétribués de la manière suivante :

Tableau du personnel pour une ligne de 100 kilomètres.

SERVICE CENTRAL.

Service de l'Ingénieur en chef.	Ingénieur en chef	12,000f	25,200f.
	Chef de bureau	3,600	
	Comptable	2,400	
	Dessinateur	2,400	
	2 Expéditionnaires à 1,800 fr.	3,600	
	Garçon de bureau	1,200	

		1er ARRONDISSEMENT.			2e ARRONDISSEMENT.		
Service des Ingénieurs ordinaires.	Ingénieur	7,000f	12,500f	25,100f	7,000f	12,500f	25,100f
	Comptable	1,800			1,800		
	Dessinateur	1,500			1,500		
	Expéditionnaire	1,200			1,200		
	Garçon de bureau	1,000			1,000		
Service des travaux.	Chef de section	3,600	12,600		3,600	12,600	
	1 Expéditionnaire	1,200			1,200		
	2 Conducteurs à 2,400f.	4,800			4,800		
	2 Piqueurs à 1,500f.	3,000			3,000		

Résumé : Service central	25,200 fr.
1er arrondissement	25,100
2e arrondissement	25,100
Total	75,400 fr.

Soit 150,800 fr. pour deux ans, et $\frac{150,800}{100} = 1,508$ fr. par kilomètre, si les travaux son terminés en deux années, ce qui est parfaitement possible, s'ils sont attaqués simultané-

ment sur toute la ligne. Le personnel complet se composerait donc pour une ligne de 100 kilomètres de 29 agents ainsi décomposés :

Ingénieur en chef	1
Ingénieurs ordinaires	2
Chef de bureau	1
Chefs de section	2
Conducteurs de travaux	4
Piqueurs	4
Comptables	3
Dessinateurs	3
Expéditionnaires	6
Garçons de bureau	3
Total	29

On conçoit tout le service que rendra un personnel ainsi organisé, dont on peut opérer facilement le déplacement, s'il est nécessaire, et concentrer les forces sur les points des travaux où la surveillance est urgente, ou dans le bureau d'un des ingénieurs chez lequel un travail pressé est à l'étude.

Toujours est-il que la dépense kilométrique du personnel est, en moyenne, de 1,700 fr. pour des lignes dont l'étendue varie entre 20 et 100 kilomètres.

Au-dessous de 20 kilomètres, la dépense kilométrique augmente, parce qu'il est nécessaire de rétribuer convenablement l'ingénieur, qui peut avoir à résoudre autant de difficultés dans l'exécution d'une *très-petite ligne* que dans celle d'un chemin de fer d'une vingtaine de kilomètres de longueur.

Statistique du personnel des chemins de fer français.

Nous terminerons ce chapitre en indiquant, d'après un relevé fait en 1872, le nombre total approximatif des hommes employés dans l'ensemble des Compagnies du réseau français :

On comptait dans le *Service central* :

Administrateurs	229
Employés de bureaux	1,540
Hommes de service	270

Dans l'*exploitation Commerciale* :

Directeurs	268
Employés de bureaux	3,480
Hommes de service	250
Chefs ou sous-chefs de gare	3,300
Comptables	15,000
Hommes d'équipe	25,000
Chefs de trains et contrôleurs	2,300
Conducteurs de trains	4,330

Dans les *Ateliers* d'entretien :

Ingénieurs ou architectes	280
Employés dessinateurs, conducteurs et piqueurs	2,770
Agents de surveillance	44,100
Ouvriers et employés secondaires, environ	40,000

Le total de cet immense personnel s'élève, en chiffres ronds, à 143,000 hommes.

En admettant une moyenne de 2,000 fr. par an pour les appointements, parce que les emplois secondaires à 1,500 fr. et 1,800 fr. dominent, et compensent les 20,000 fr. et 30,000 fr. de certains Ingénieurs en chef ou directeurs de service, on trouve une somme totale d'environ 286,000,000 fr. (deux cent quatre-vingt-six millions), payés chaque année, par les chemins de fer, pour la rémunération de leur personnel.

C'est la rente d'un capital de 5,720,000,000, soit environ six milliards.

DOUZIÈME SECTION

LÉGISLATION SPÉCIALE
DES CHEMINS DE FER

CHAPITRE I
HISTORIQUE. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Depuis l'origine des chemins de fer, les intérêts considérables auxquels ils touchent ont motivé toute une législation nouvelle, qui, à elle seule, composerait plusieurs volumes. Il ne peut donc entrer dans notre pensée de citer ici en détail les innombrables lois, décrets et règlements ou circulaires ministérielles, décisions du Conseil d'État, etc., qui ont fixé la jurisprudence en la matière : tout ce qui peut être nécessaire à nos lecteurs, c'est de connaître les quatre ou cinq lois fondamentales qui ont, en quelque sorte, constitué l'industrie des chemins de fer, et notamment celles concernant les chemins de fer d'intérêt local ou économiques (1).

La première qui se présente, par ordre de date, est la grande loi du 11 juin 1842, qui est peut-être l'acte le plus important du règne de Louis-Philippe, et qui a fixé le principe de l'intervention de l'État, pour construire ou payer tous les travaux fixes des différentes lignes alors prévues, en réservant à des Compagnies, concessionnaires pour quatre-vingt-dix-neuf ans, la fourniture des rails, du matériel fixe, du matériel roulant, du mobilier et matériel des gares, et de tout ce qui concerne l'exploitation, le personnel et l'entretien.

LOI
relative à l'établissement de grandes lignes de Chemins de fer.

TITRE 1er. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Article 1er. — Il sera établi un système de chemins de fer se dirigeant :

1° De Paris

Sur la frontière de Belgique, par Lille et Valenciennes;

Sur l'Angleterre, par un ou plusieurs points du littoral de la Manche, qui seront ultérieurement déterminés;

Sur la frontière d'Allemagne, par Nancy et Strasbourg;

Sur la Méditerranée, par Lyon, Marseille et Cette;

Sur la frontière d'Espagne, par Tours, Poitiers, Angoulême, Bordeaux et Bayonne;

Sur l'Océan, par Tours et Nantes;

Sur le centre de la France, par Bourges;

---

(1) Le Ministère des Travaux publics a fait imprimer en 1870 un *Répertoire Méthodique de la Législation des Chemins de fer*, indiquant les Dispositions législatives et règlementaires insérées au *Bulletin des Lois*. — Ce Recueil n'est pas dans le commerce, mais on trouve à la librairie MUZARD, 26, place Dauphine, toutes les Lois et Règlements insérés au *Bulletin*, ainsi que le Répertoire susdit, en communication.

2° De la Méditerranée sur le Rhin, par Lyon, Dijon et Mulhouse;

De l'Océan sur la Méditerranée, par Bordeaux, Toulouse et Marseille;

Art. 2. — L'exécution des grandes lignes de chemins de fer définies par l'article précédent aura lieu par le concours

De l'État,

Des départements traversés et des communes intéressées,

De l'industrie privée,

Dans les proportions et suivant les formes établies par les articles ci-après.

Néanmoins, ces lignes pourront être concédées en totalité ou en partie à l'industrie privée, en vertu des lois spéciales et aux conditions qui seront alors déterminées.

Art. 3. — Les indemnités dues pour les terrains et bâtiments dont l'occupation sera nécessaire à l'établissement des chemins de fer et de leurs dépendances seront avancées par l'État, et remboursées à l'État, jusqu'à concurrence des deux tiers, par les départements et les communes.

Il n'y aura pas lieu à indemnité pour l'occupation des terrains ou bâtiments appartenant à l'État.

Le Gouvernement pourra accepter les subventions qui lui seraient offertes par les localités ou les particuliers, soit en terrains, soit en argent.

Art. 4. — Dans chaque département traversé, le Conseil général délibérera,

1° Sur la part qui sera mise à la charge du département dans les deux tiers des indemnités, et sur les ressources extraordinaires au moyen desquelles elle sera remboursée en cas d'insuffisance des centimes facultatifs;

2° Sur la désignation des communes intéressées et sur la part à supporter par chacune d'elles, en raison de son intérêt et de ses ressources financières.

Cette délibération sera soumise à l'approbation du Roi (1).

Art. 5. — Le tiers restant des indemnités de terrains et bâtiments,

Les terrassements,

Les ouvrages d'art et stations,

Seront payés sur les fonds de l'État.

Art. 6. — La voie de fer, y compris la fourniture du sable,

Le matériel et les frais d'exploitation,

Les frais d'entretien et de réparation du chemin, de ses dépendances et de son matériel,

Resteront à la charge des Compagnies auxquelles l'exploitation du chemin sera donnée à bail.

Ce bail réglera la durée et les conditions de l'exploitation, ainsi que le tarif des droits à percevoir sur le parcours; il sera passé provisoirement par le Ministre des travaux publics, et définitivement approuvé par une loi.

Art. 7. — A l'expiration du bail, la valeur de la voie de fer et du matériel sera remboursée, à dire d'experts, à la Compagnie par celle qui lui succédera, ou par l'État.

Art. 8. — Des ordonnances royales régleront les mesures à prendre pour concilier l'exploitation des chemins de fer avec l'exécution des lois et règlements sur les douanes.

Art. 9. — Des règlements d'administration publique détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour garantir la police, la sûreté, l'usage et la conservation des chemins de fer et de leurs dépendances.

TITRE II. — DISPOSITIONS PARTICULIÈRES.

Art. 10. — Une somme de quarante-trois millions (43,000,000 fr.) est affectée à l'établissement du chemin de fer de Paris à Lille et Valenciennes, par Amiens, Arras et Douai.

Art. 11. — Une somme de onze millions cinq cent mille francs (11,500,000 fr.) est affectée

---

(1) Nous reproduisons le texte conforme au *Bulletin des Lois*, signé au palais de Neuilly par le roi Louis-Philippe.

à la partie du chemin de fer de Paris à la frontière d'Allemagne, comprise entre Hommarting et Strasbourg.

Art. 12. — Une somme de onze millions (11,000,000 fr.) est affectée à l'établissement de la partie commune aux chemins de fer de Paris à la Méditerranée et de la Méditerranée au Rhin, comprise entre Dijon et Châlons.

Art. 13. — Une somme de trente millions (30,000,000 fr.) est affectée à la partie du chemin de Paris à la Méditerranée, comprise entre Avignon et Marseille, par Tarascon et Arles.

Art. 14. — Une somme de dix-sept millions (17,000,000 fr.) est affectée à l'établissement de la partie commune aux chemins de fer de Paris à la frontière d'Espagne et de Paris à l'Océan, comprise entre Orléans et Tours.

Art. 15. — Une somme de douze millions (12,000,000 fr.) est affectée à l'établissement de la partie du chemin de fer de Paris au centre de la France, comprise entre Orléans et Vierzon.

Art. 16. — Une somme de un million cinq cent mille francs (1,500,000 fr.) est affectée à la continuation et à l'achèvement des études des grandes lignes de chemins de fer.

Art. 17. — Sur les allocations mentionnées aux articles précédents et s'élevant ensemble à la somme de cent vingt-six millions de francs (126,000,000 fr.), il est ouvert au Ministre des travaux publics, sur l'exercice 1842, un crédit de, savoir :

Pour le chemin de fer de Paris à la frontière de la Belgique, dans la partie comprise entre Paris et Amiens	4.000.000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris à la frontière d'Allemagne, entre Strasbourg et Hommarting	1.500.000
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la Méditerranée et de la Méditerranée au Rhin, entre Dijon et Châlons	1.000.000
Pour la partie du chemin de Paris à la Méditerranée, comprise entre Avignon et Marseille	2.000.000
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la frontière d'Espagne et de Paris à l'Océan, entre Orléans et Tours	2.000.000
Pour la partie du chemin de Paris au centre de la France, comprise entre Orléans et Vierzon	1.500.000
Pour la continuation des études	1.000.000
Total égal	13.000.000 fr.

Et sur l'exercice de 1843, un crédit de, savoir :

Pour le chemin de Paris à la frontière de Belgique	8.000.000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris à la frontière d'Allemagne, entre Strasbourg et Hommarting	3.500.000
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la Méditerranée et de la Méditerranée au Rhin, entre Dijon et Châlons	2.000.000
Pour la partie du chemin de Paris à la Méditerranée, entre Avignon et Marseille	6.000.000
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la frontière d'Espagne et de Paris à l'Océan, entre Orléans et Tours	6.000.000
Pour la partie du chemin de Paris au centre de la France, entre Orléans et Vierzon	3.500.000
Pour la continuation des études	500.000
Total égal	29.500.000 fr.

TITRE III. — VOIES ET MOYENS.

Art. 18. — Il sera pourvu provisoirement, au moyen des ressources de la dette flottante, à la portion des dépenses autorisées par la présente loi, qui doivent demeurer à la charge de l'État ; les avances du Trésor seront définitivement couvertes par la consolidation des

fonds de réserve de l'amortissement, qui deviendront libres après l'extinction des découverts des budgets des exercices 1840, 1841, 1842.

TITRE IV. — DISPOSITION FINALE.

Art. 19. — Chaque année, il sera rendu aux Chambres, par le Ministre des travaux publics, un compte spécial des travaux exécutés en vertu de la présente loi.

La présente loi, discutée, délibérée et adoptée par la Chambre des Pairs et par celle des Députés, et sanctionnée par nous cejourd'hui, sera exécutée comme loi de l'État.

Donnons en mandement à nos Cours et Tribunaux, Préfets, Corps administratifs, et tous autres, que les présentes ils gardent et maintiennent, fasse garder, observer et maintenir. et, pour les rendre plus notoires à tous, ils les fassent publier et enregistrer partout où besoin sera ; et, afin que ce soit chose ferme et stable à toujours, nous y avons fait mettre notre sceau.

Fait au palais de Neuilly, le 11 Juin 1842.

Signé LOUIS-PHILIPPE.

Vu et scellé du grand sceau :
Le Garde des sceaux du France, Ministre Secrétaire d'État au département de la justice et des cultes,
Signé N. Martin (du Nord).

Par le Roi :
Le Ministre Secrétaire d'État des travaux publics,
Signé J. B. Teste.

CAHIER DES CHARGES GÉNÉRAL

ANNEXÉ A LA LOI DU 11 JUIN 1859.

Nota. — Le cahier des charges *uniforme* annexé à la loi du 11 juin 1859, et qui a servi de modèle pour les diverses concessions de chemins de fer, a été récemment modifié, dans quelques-unes de ses dispositions, par les lois et décrets des 11 juin et 25 août 1863, approuvant les conventions relatives à l'établissement de plusieurs nouvelles lignes et à leur annexion aux réseaux déjà concédés. — Ces modifications, très-favorables pour le public, au moins en ce qui concerne la création d'une 4e classe de marchandises tarifées à un prix très-réduit, sont indiquées dans le texte ci-après.

Nous avons signalé aussi, par des annotations spéciales (*a*, *b*, *c*, etc.), les points sur lesquels la dernière commission d'enquête générale sur l'exploitation (*Recueil admin.*, 1863) a appelé l'attention de l'administration en ce qui concerne les mesures propres à favoriser l'établissement et l'exploitation des lignes d'intérêt local pour lesquelles il serait possible de simplifier les prescriptions du cahier des charges ordinaire.

TITRE I. — Tracé et construction.

Art. 1. — La concession..... comprend les lignes suivantes :....

2. — Les travaux devront être achevés dans les délais ci-après fixés, savoir :...

3. — Aucun travail ne pourra être entrepris, pour l'établissement des chemins de fer et de leurs dépendances, qu'avec l'autorisation de l'administration supérieure ; à cet effet, les projets de tous les travaux à exécuter seront dressés en double expédition et soumis à l'approbation du ministre, qui prescrira, s'il y a lieu, d'y introduire telles modifications que de droit : l'une de ces expéditions sera remise à la Compagnie avec le visa du ministre, l'autre demeurera entre les mains de l'administration.

Avant, comme pendant l'exécution, la Compagnie aura la faculté de proposer, aux projets approuvés, les modifications qu'elle jugerait utiles ; mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation de l'administration supérieure.

4. — La Compagnie pourra prendre copie de tous les plans, nivellements et devis qui pourraient avoir été antérieurement dressés aux frais de l'État.

5. — Le tracé et le profil du chemin de fer seront arrêtés sur la production de projets d'ensemble comprenant pour chaque ligne ou pour chaque section de la ligne :

1° Un plan général à l'échelle de un dix-millième ;

2° Un profil en long à l'échelle de un cinq-millième pour les longueurs, et de un millième pour les hauteurs, dont les cotes seront rapportées au niveau moyen de la mer, pris pour plan de comparaison : au-dessous de ce profil, on indiquera, au moyen de trois lignes horizontales disposées à cet effet, savoir :

Les distances kilométriques du chemin de fer, comptées à partir de son origine;

La longueur et l'inclinaison de chaque pente ou rampe ;

La longueur des parties droites et le développement des parties courbes du tracé, en faisant connaître le rayon correspondant à chacune de ces dernières;

3° Un certain nombre de profils en travers, y compris le profil type de la voie;

4° Un mémoire dans lequel seront justifiées toutes les dispositions essentielles du projet, et un devis descriptif dans lequel seront reproduites, sous forme de tableaux, les indications relatives aux déclivités et aux courbes déjà données sur le profil en long.

La position des gares et stations projetées, celle des cours d'eau et des voies de communication traversées par le chemin de fer, des passages, soit à niveau, soit en dessus, soit en dessous de la voie ferrée, devront être indiquées tant sur le plan que sur le profil en long : le tout sans préjudice des projets à fournir pour chacun de ces ouvrages.

6. — Les terrains seront acquis, et les ouvrages d'art seront exécutés immédiatement pour deux voies; les terrassements pourront être exécutés et les rails pourront être posés pour une voie seulement, sauf l'établissement d'un certain nombre de gares d'évitement.

La Compagnie sera tenue, d'ailleurs, d'établir la deuxième voie, soit sur la totalité du chemin, soit sur les parties qui lui seront désignées, lorsque l'insuffisance d'une seule voie, par suite du développement de la circulation, aura été constatée par l'administration.

Les terrains acquis par la Compagnie pour l'établissement de la seconde voie ne pourront recevoir une autre destination.

7. — La largeur de la voie entre les bords intérieurs des rails devra être d'un mètre quarante-quatre ($1^m,44$) à un mètre quarante-cinq centimètres ($1^m,45$). Dans les parties à deux voies, la largeur de l'entrevoie, mesurée entre les bords extérieurs des rails, sera de deux mètres (2^m).

La largeur des accotements, c'est-à-dire, des parties comprises de chaque côté entre le bord extérieur du rail et l'arête supérieure du ballast, sera de un mètre (1^m) au moins.

On ménagera au pied de chaque talus du ballast une banquette de cinquante centimètres ($0^m,50$) de largeur.

La Compagnie établira le long du chemin de fer les fossés ou rigoles qui seront jugés nécessaires pour l'asséchement de la voie et pour l'écoulement des eaux.

Les dimensions de ces fossés et rigoles seront déterminées par l'administration, suivant les circonstances locales, sur les propositions de la Compagnie.

8. — Les alignements seront raccordés entre eux par des courbes dont le rayon ne pourra être inférieur à trois cent cinquante mètres (1). Une partie droite de cent mètres au moins de longueur devra être ménagée entre deux courbes consécutives, lorsqu'elles seront dirigées en sens contraire.

Le maximum de l'inclinaison des pentes et rampes est fixé à dix millimètres par mètre (2).

Une partie horizontale de cent mètres au moins devra être ménagée entre deux fortes

(1) Pour les chemins de fer d'intérêt local, on admet 300^m, 150^m, et il est facile de descendre au-dessous avec des locomotives pouvant tourner dans des rayons de 50^m à la limite, sauf à ralentir la marche, et à écarter et renforcer les rails au tournant : on peut aussi faciliter les passages et écarter tout danger au moyen de contre-rails ou d'un rail central limité.

(2) Ici encore, il faut admettre 20, 30, et même au besoin 40 et 50 millimètres, ou au-delà, pour les chemins où l'on emploiera des locomotives spéciales et des moyens de gravissement particuliers.

déclivités consécutives, lorsque ces déclivités se succéderont en sens contraire, et de manière à verser leurs eaux au même point.

Les déclivités correspondant aux courbes de faible rayon devront être réduites autant que faire se pourra.

La Compagnie aura la faculté de proposer aux dispositions de cet article et à celles de l'article précédent les modifications qui lui paraîtraient utiles; mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation préalable de l'administration supérieure.

9. — Le nombre, l'étendue et l'emplacement des gares d'évitement, seront déterminés par l'administration, la Compagnie entendue.

Le nombre des voies sera augmenté, s'il y a lieu, dans les gares et aux abords de ces gares, conformément aux décisions qui seront prises par l'administration, la Compagnie entendue.

Le nombre et l'emplacement des stations de voyageurs et des gares de marchandises seront également déterminés par l'administration, sur les propositions de la Compagnie, après une enquête spéciale.

La Compagnie sera tenue, préalablement à tout commencement d'exécution, de soumettre à l'administration le projet desdites gares, lequel se composera :

1° D'un plan à l'échelle d'un cinq-centième, indiquant les voies, les quais, les bâtiments et leur distribution intérieure, ainsi que la disposition de leurs abords;

2° D'une élévation des bâtiments à l'échelle d'un centimètre par mètre;

3° D'un mémoire descriptif dans lequel les dispositions essentielles du projet seront justifiées.

10. — A moins d'obstacles locaux, dont l'appréciation appartiendra à l'administration, le chemin de fer, à la rencontre des routes impériales ou départementales, devra passer, soit au-dessus, soit au-dessous de ces routes.

Les croisements à niveau seront tolérés pour les chemins vicinaux, ruraux ou particuliers.

11. — Lorsque le chemin de fer devra passer au-dessus d'une route impériale ou départementale, ou d'un chemin vicinal, l'ouverture du viaduc sera fixée par l'administration, en tenant compte des circonstances locales; mais cette ouverture ne pourra, dans aucun cas, être inférieure à huit mètres ($8^m,00$) pour la route impériale, à sept mètres ($7^m,00$) pour la route départementale, à cinq mètres ($5^m,00$) pour un chemin vicinal de grande communication, et à quatre mètres ($4^m,00$) pour un simple chemin vicinal.

Pour les viaducs de forme cintrée, la hauteur sous clef, à partir du sol de la route, sera de cinq mètres ($5^m,00$) au moins. Pour ceux qui seront formés de poutres horizontales en bois ou en fer, la hauteur, sous poutre, sera de quatre mètres trente centimètres ($4^m,30$) au moins.

La largeur entre les parapets sera au moins de huit mètres ($8^m,00$). La hauteur de ces parapets sera fixée par l'administration, et ne pourra, dans aucun cas, être inférieure à quatre-vingts centimètres ($0^m,80$).

12. — Lorsque le chemin de fer devra passer au-dessous d'une route impériale ou départementale, ou d'un chemin vicinal, la largeur entre les parapets du pont qui supportera la route ou le chemin sera fixée par l'administration, en tenant compte des circonstances locales; mais cette largeur ne pourra, dans aucun cas, être inférieure à huit mètres pour la route impériale, à sept pour la route départementale, à cinq mètres pour un chemin vicinal de grande communication, et à quatre mètres pour un simple chemin vicinal.

L'ouverture du pont entre les culées sera au moins de huit mètres ($8^m,00$) et la distance verticale ménagée au-dessus des rails extérieurs de chaque voie, pour le passage des trains, ne sera pas inférieure à quatre mètres quatre-vingts centimètres ($4^m,80$) au moins.

13. — Dans le cas où des routes impériales ou départementales, ou des chemins vici-

naux, ruraux ou particuliers seraient traversés, à leur niveau, par le chemin de fer, les rails devront être posés sans aucune saillie ni dépression à la surface de ces routes, et de telle sorte qu'il n'en résulte aucune gêne pour la circulation des voitures.

Le croisement à niveau du chemin de fer et des routes ne pourra s'effectuer sous un angle de moins de quarante-cinq degrés.

Chaque passage à niveau sera muni de barrières; il y sera, en outre, établi une maison de garde toutes les fois que l'utilité en sera reconnue par l'administration.

La Compagnie devra soumettre à l'approbation de l'administration les projets types de ces barrières.

14. — Lorsqu'il y aura lieu de modifier l'emplacement ou le profil des routes existantes, l'inclinaison des pentes et rampes sur les routes modifiées ne pourra excéder trois centimètres ($0^m,03^c$) par mètre pour les routes impériales ou départementales, et cinq centimètres ($0^m,05^c$) pour les chemins vicinaux. L'administration restera libre, toutefois, d'apprécier les circonstances qui pourraient motiver une dérogation à cette clause, comme à celle qui est relative à l'angle des passages à niveau.

15. — La Compagnie sera tenue de rétablir et d'assurer à ses frais l'écoulement de toutes les eaux dont le cours serait arrêté, suspendu ou modifié par ses travaux.

Les viaducs à construire à la rencontre des rivières, des canaux et des cours d'eau quelconques auront au moins huit mètres ($8^m,00$) de largeur entre les parapets, sur les chemins à deux voies, et quatre mètres cinquante centimètres ($4^m,50^c$) sur les chemins à une voie. La hauteur de ces parapets sera fixée par l'administration et ne pourra être inférieure à quatre-vingts centimètres ($0^m,80^c$).

La hauteur et le débouché du viaduc seront déterminés, dans chaque cas particulier, par l'administration, suivant les circonstances locales.

16. — Les souterrains à établir pour le passage du chemin de fer auront au moins huit mètres (8^m) de largeur entre les piédroits au niveau des rails, et six mètres (6^m) de hauteur sous clef au-dessus de la surface des rails. La distance verticale entre l'intrados et le dessus des rails extérieurs de chaque voie ne sera pas inférieure à quatre mètres quatre-vingts centimètres ($4^m,80^c$). L'ouverture des puits d'aérage et de construction des souterrains sera entourée d'une margelle en maçonnerie de deux mètres (2^m) de hauteur. Cette ouverture ne pourra être établie sur aucune voie publique.

16 *bis*. — Les articles 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15 et 16 ci-dessus, relatifs aux conditions d'établissement du chemin de fer, ne s'appliquent pas aux voies, travaux et ouvrages d'art des lignes qui sont actuellement en exploitation ou en construction, et pour lesquelles les dispositions des projets approuvés sont maintenues.

Les parties de seconde voie et autres ouvrages qu'il pourra être nécessaire d'établir ultérieurement sur ces lignes seront exécutés conformément aux dispositions des projets précédemment approuvés pour les mêmes lignes.

17. — A la rencontre des cours d'eau flottables ou navigables, la Compagnie sera tenue de prendre toutes les mesures et de payer tous les frais nécessaires pour que le service de la navigation ou du flottage n'éprouve ni interruption ni entrave pendant l'exécution des travaux.

A la rencontre des routes nationales ou départementales et des autres chemins publics, il sera construit des chemins et ponts provisoires, par les soins et aux frais de la Compagnie, partout où cela sera jugé nécessaire pour que la circulation n'éprouve ni interruption ni gêne.

Avant que les communications existantes puissent être interceptées, une reconnaissance sera faite par les ingénieurs de la localité à l'effet de constater si les ouvrages provisoires présentent une solidité suffisante et s'ils peuvent assurer le service de la circulation.

Un délai sera fixé par l'administration pour l'exécution des travaux définitifs destinés à rétablir les communications interceptées.

18. — La Compagnie n'emploiera, dans l'exécution des ouvrages, que des matériaux de

bonne qualité; elle sera tenue de se conformer à toutes les règles de l'art, de manière à obtenir une construction parfaitement solide.

Tous les aqueducs, ponceaux, ponts et viaducs à construire à la rencontre des divers cours d'eau et des chemins publics ou particuliers, seront en maçonnerie ou en fer, sauf les cas d'exception qui pourront être admis par l'administration.

19. — Les voies seront établies d'une manière solide et avec des matériaux de bonne qualité.

Le poids des rails sera au moins de 35 kilogrammes par mètre courant sur les voies de circulation, si ces rails sont posés sur traverses, et de 30 kilogrammes dans le cas où ils seraient posés sur longuerines.

20. — Le chemin de fer sera séparé des propriétés riveraines par des murs, haies ou toute autre clôture, dont le mode et les dispositions seront autorisés par l'administration, sur la proposition de la Compagnie.

21. — Tous les terrains nécessaires pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances, pour la déviation des voies de communication et des cours d'eau déplacés, et, en général, pour l'exécution des travaux, quels qu'ils soient, auxquels cet établissement pourra donner lieu, seront achetés et payés par la Compagnie concessionnaire.

Les indemnités pour occupation temporaire ou pour détérioration de terrains, pour chômage, modification ou destruction d'usines et pour tous dommages quelconques résultant des travaux, seront supportées et payées par la Compagnie.

22. — L'entreprise étant d'utilité publique, la Compagnie est investie, pour l'exécution des travaux dépendants de sa concession, de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'administration, en matière de travaux publics, soit pour l'acquisition des terrains par voie d'expropriation, soit pour l'extraction, le transport et le dépôt des terres, matériaux, etc.; et elle demeure en même temps soumise à toutes les obligations qui dérivent, pour l'administration, de ces lois et règlements.

23. — Dans les limites de la zone frontière et dans le rayon de servitude des enceintes fortifiées, la Compagnie sera tenue, pour l'étude et l'exécution de ses projets, de se soumettre à l'accomplissement de toutes les formalités et de toutes les conditions exigées par les lois, décrets et règlements concernant les travaux mixtes.

24. — Si la ligne du chemin de fer traverse un sol déjà concédé pour l'exploitation d'une mine, l'administration déterminera les mesures à prendre pour que l'établissement du chemin de fer ne nuise pas à l'exploitation de la mine, et réciproquement, pour que le cas échéant, l'exploitation de la mine ne compromette pas l'existence du chemin de fer.

Les travaux de consolidation à faire dans l'intérieur de la mine, à raison de la traversée du chemin de fer, et tous les dommages résultant de cette traversée pour les concessionnaires de la mine, seront à la charge de la Compagnie.

25. — Si le chemin de fer doit s'étendre sur des terrains renfermant des carrières ou les traverser souterrainement, il ne pourra être livré à la circulation avant que les excavations qui pourraient en compromettre la solidité n'aient été remblayées ou consolidées. L'administration déterminera la nature et l'étendue des travaux qu'il conviendra d'entreprendre à cet effet, et qui seront, d'ailleurs, exécutés par les soins et aux frais de la Compagnie.

26. — Pour l'exécution des travaux, la Compagnie se soumettra aux décisions ministérielles concernant l'interdiction du travail les dimanches et jours fériés.

27. — La Compagnie exécutera les travaux par des moyens et des agents à son choix, mais en restant soumise au contrôle et à la surveillance de l'administration.

Ce contrôle et cette surveillance auront pour objet d'empêcher la Compagnie de s'écarter des dispositions prescrites par le présent cahier des charges et de celles qui résulteront des projets approuvés.

28. — A mesure que les travaux seront terminés sur des parties de chemin de fer susceptibles d'être livrées utilement à la circulation, il sera procédé, sur la demande de la

Compagnie, à la reconnaissance et, s'il y a lieu, à la réception provisoire de ces travaux par un ou plusieurs commissaires que l'administration désignera.

Sur le vu du procès-verbal de cette reconnaissance, l'administration autorisera, s'il y a lieu, la mise en exploitation des parties dont il s'agit; après cette autorisation, la Compagnie pourra mettre lesdites parties en service et y percevoir les taxes ci-après déterminées. Toutefois, ces réceptions partielles ne deviendront définitives que par la réception générale et définitive du chemin de fer.

29. — Après l'achèvement total des travaux, dans le délai qui sera fixé par l'administration, la Compagnie fera faire à ses frais un bornage contradictoire et un plan cadastral du chemin de fer et de ses dépendances. Elle fera dresser, également à ses frais et contradictoirement avec l'administration, un état descriptif de tous les ouvrages d'art qui ont été exécutés ; ledit état accompagné d'un atlas contenant les dessins cotés de tous lesdits ouvrages.

Une expédition dûment certifiée des procès-verbaux de bornage, du plan cadastral, de l'état descriptif et de l'atlas sera dressée aux frais de la Compagnie et déposée dans les archives du ministère.

Les terrains acquis par la Compagnie postérieurement au bornage général, en vue de satisfaire aux besoins de l'exploitation, et qui, par cela même, deviendront partie intégrante du chemin de fer, donneront lieu, au fur et à mesure de leur acquisition, à des bornages supplémentaires, et seront ajoutés sur le plan cadastral; addition sera également faite, sur l'atlas, de tous les ouvrages d'art exécutés postérieurement à sa rédaction.

TITRE II. — ENTRETIEN ET EXPLOITATION.

30. — Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Les frais d'entretien et ceux auxquels donneront lieu les réparations ordinaires et extraordinaires seront entièrement à la charge de la Compagnie.

Si le chemin de fer, une fois achevé, n'est pas constamment entretenu en bon état, il y sera pourvu d'office à la diligence de l'Administration et aux frais de la Compagnie, sans préjudice, s'il y a lieu, de l'application des dispositions indiquées ci-après dans l'article 40.

Le montant des avances faites sera recouvré au moyen de rôles que le Préfet rendra exécutoires.

31. — La Compagnie sera tenue d'établir, à ses frais, partout où besoin sera, des gardiens en nombre suffisant pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie, et celle de la circulation ordinaire sur les points où le chemin de fer sera traversé à niveau par des routes ou chemins.

32. — Les machines locomotives seront construites sur les meilleurs modèles ; elles devront consumer leur fumée et satisfaire, d'ailleurs, à toutes les conditions prescrites ou à prescrire par l'Administration pour la mise en service de ce genre de machines.

Les voitures de voyageurs devront également être faites d'après les meilleurs modèles, et satisfaire à toutes les conditions réglées ou à régler pour les voitures servant au transport des voyageurs sur les chemins de fer.

Elles seront suspendues sur ressorts et garnies de banquettes.

Il y en aura de trois classes au moins.

Les voitures de première classe seront couvertes, garnies et fermées à glaces.

Celles de deuxième classe seront couvertes, fermées à glaces et auront des banquettes rembourrées.

Celles de troisième classe seront couvertes, fermées à vitres et munies de banquettes à dossier.

L'intérieur de chacun des compartiments de toute classe contiendra l'indication du nombre des places de ce compartiment.

L'Administration pourra exiger qu'un compartiment de chaque classe soit réservé dans les trains de voyageurs aux femmes voyageant seules.

Les voitures de voyageurs, les wagons destinés au transport des marchandises, des chaises de poste, des chevaux ou des bestiaux, les plates-formes et, en général, toutes les parties du matériel roulant, seront de bonne et solide construction.

La Compagnie sera tenue, pour la mise en service de ce matériel, de se soumettre à tous les règlements sur la matière.

Les machines, locomotives, tenders, voitures et wagons de toute espèce, plates-formes composant le matériel roulant, seront constamment entretenus en bon état.

33. — Des règlements d'administration publique, rendus après que la Compagnie aura été entendue, détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour assurer la police et l'exploitation du chemin de fer, ainsi que la conservation des ouvrages qui en dépendent.

Toutes les dépenses qu'entraînera l'exécution des mesures prescrites en vertu de ces règlements seront à la charge de la Compagnie.

La Compagnie sera tenue de soumettre à l'approbation de l'Administration les règlements relatifs au service et à l'exploitation du chemin de fer.

Les règlements dont il s'agit dans les deux paragraphes précédents seront obligatoires, non-seulement pour la Compagnie concessionnaire, mais encore pour toutes celles qui obtiendraient ultérieurement l'autorisation d'établir des lignes de chemins de fer d'embranchement ou de prolongement; et, en général, pour toutes les personnes qui emprunteraient l'usage du chemin de fer.

Le Ministre déterminera, sur la proposition de la Compagnie, le minimum et le maximum de vitesse des convois de voyageurs et de marchandises et des convois spéciaux des postes, ainsi que la durée du trajet.

34. — Pour tout ce qui concerne l'entretien et les réparations du chemin de fer et de ses dépendances, l'entretien du matériel et le service de l'exploitation, la Compagnie sera soumise au contrôle et à la surveillance de l'Administration.

Outre la surveillance ordinaire, l'Administration déléguera, aussi souvent qu'elle le jugera utile, un ou plusieurs commissaires pour reconnaître et constater l'état du chemin de fer, de ses dépendances et du matériel.

TITRE III. — DURÉE, RACHAT ET DÉCHÉANCE DE LA CONCESSION.

35. — La durée de la concession, pour les lignes mentionnées............... sera de quatre-vingt-dix-neuf ans (99 ans). Elle a commencé à courir le...... mil huit cent..... et finira le........ mil neuf cent........

36. — A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, et par le seul fait de cette expiration, le Gouvernement sera subrogé à tous les droits de la Compagnie sur le chemin de fer et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous ses produits.

La Compagnie sera tenue de lui remettre en bon état d'entretien le chemin de fer et tous les immeubles qui en dépendent, quelle qu'en soit l'origine, tels que les bâtiments des gares et stations, les remises, ateliers et dépôts, les maisons de gardes, etc. Il en sera de même de tous les objets immobiliers dépendant également dudit chemin, tels que les barrières et clôtures, les voies, changements de voies, plaques tournantes, réservoirs d'eau, grues hydrauliques, machines fixes, etc.

Dans les cinq dernières années qui précéderont le terme de la concession, le Gouvernement aura le droit de saisir les revenus du chemin de fer et de les employer à rétablir en bon état le chemin de fer et ses dépendances, si la Compagnie ne se mettait pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation.

En ce qui concerne les objets mobiliers, tels que le matériel roulant, les matériaux, combustibles et approvisionnements de tout genre, le mobilier des stations, l'outillage des ateliers et des gares, l'État sera tenu, si la Compagnie le requiert, de reprendre tous ces objets sur l'estimation qui en sera faite à dire d'experts, et réciproquement, si l'État le requiert, la Compagnie sera tenue de les céder de la même manière.

Toutefois, l'État ne pourra être tenu de reprendre que les approvisionnements nécessaires à l'exploitation du chemin pendant six mois.

37. — A toute époque après l'expiration des quinze premières années de la concession, le Gouvernement aura la faculté de racheter la concession entière du chemin de fer.

Pour régler le prix du rachat, on relèvera les produits nets annuels obtenus par la Compagnie pendant les sept années qui auront précédé celle où le rachat sera effectué; on en déduira les produits nets des deux plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen des cinq autres années.

Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité qui sera due et payée à la Compagnie pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour terme de comparaison.

La Compagnie recevra, en outre, dans les trois mois qui suivront le rachat, les remboursements auxquels elle aurait droit à l'expiration de la concession, selon l'article 36 ci-dessus.

38. — La Compagnie est dispensée de tout cautionnement, à raison de la concession des lignes nouvelles.

39. — Faute par la Compagnie d'avoir terminé les travaux dans le délai fixé par l'article 2, faute aussi par elle d'avoir rempli les diverses obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, elle encourra la déchéance, et il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par la Compagnie au moyen d'une adjudication que l'on ouvrira sur une mise à prix des ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés et des parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation.

Les soumissions pourront être inférieures à la mise à prix.

La nouvelle Compagnie sera soumise aux clauses du présent cahier des charges, et la Compagnie évincée recevra d'elle le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases, après un délai de trois mois; si cette seconde tentative reste également sans résultat, la Compagnie sera définitivement déchue de tous droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties de chemin de fer déjà livrées à l'exploitation appartiendront à l'État.

40. — Si l'exploitation du chemin de fer vient à être interrompue en totalité ou en partie, l'Administration prendra immédiatement, aux frais et risques de la Compagnie, les mesures nécessaires pour assurer provisoirement le service.

Si, dans les trois mois de l'organisation du service provisoire, la Compagnie n'a pas valablement justifié qu'elle est en état de reprendre et de continuer l'exploitation, et si elle ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance pourra être prononcée par le Ministre. Cette déchéance prononcée, le chemin de fer et toutes ses dépendances seront mis en adjudication, et il sera procédé ainsi qu'il est dit à l'article précédent.

41. — Les dispositions des deux (*ou trois*) articles qui précèdent cesseraient d'être applicables et la déchéance ne serait pas encourue dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

TITRE IV. — TAXES ET CONDITIONS RELATIVES AU TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES.

42. — Pour indemniser la Compagnie des travaux et dépenses qu'elle s'engage à faire par le présent cahier des charges, et sous la condition expresse qu'elle en remplira exactement toutes les obligations, le Gouvernement lui accorde l'autorisation de percevoir, pendant toute la durée de la concession, les droits de péage et les prix de transport ci-après déterminés:

TARIF.	PRIX de péage.	de transport.	TOTAUX.
1° PAR TÊTE ET PAR KILOMÈTRE.			
Grande vitesse.	fr.	fr.	fr.
Voyageurs. Voitures couvertes, garnies et fermées à glaces (1re classe).	0.067	0.033	0.100
Voyageurs. Voitures couvertes, fermées à glaces et à banquettes rembourrées (2e classe)	0.050	0.025	0.075
Voyageurs. Voitures couvertes, et fermées à vitres (3e classe)	0.037	0.018	0.055
Enfants. Au-dessous de trois ans, les enfants ne payent rien, à la condition d'être portés sur les genoux des personnes qui les accompagnent.			
Enfants. De trois à sept ans, ils payent demi-place, et ont droit à une place distincte; toutefois, dans un même compartiment, deux enfants ne pourront occuper que la place d'un voyageur.			
Enfants. Au-dessus de sept ans, ils payent place entière.			
Chiens transportés dans les trains de voyageurs	0.010	0.005	0.015
(Sans que la perception puisse être inférieure à 0 fr. 30.)			
Petite vitesse.			
Bœufs, vaches, taureaux, chevaux, mulets, bêtes de trait	0.07	0.03	0.10
Veaux et porcs	0.025	0.015	0.04
Moutons, brebis, agneaux, chèvres	0.01	0.01	0.02
(Lorsque les animaux ci-dessus dénommés seront, sur la demande des expéditeurs, transportés à la vitesse des trains de voyageurs, les prix seront doublés.)			
2° PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE.			
Marchandises transportées à grande vitesse.			
Huîtres. — Poissons frais. — Denrées. — Excédants de bagage et marchandises de toutes classes transportées à la vitesse des trains de voyageurs	0.20	0.16	0.36
Marchandises transportées à petite vitesse.			
Première classe. — Spiritueux. — Huiles. — Bois de menuiserie, de teinture, et autres bois exotiques. — Produits chimiques non dénommés. — Œufs. — Viande fraîche. — Gibier. — Sucre. — Café. — Drogues. — Épiceries. — Tissus. — Denrées coloniales. — Objets manufacturés. — Armes	0.09	0.07	0.16
Deuxième classe. — Blés. — Grains. — Farines. — Légumes farineux. — Riz, maïs, châtaignes et autres denrées alimentaires non dénommées. — Chaux et plâtres. — Charbon de bois. — Bois à brûler, dit *de corde*. — Perches. — Chevrons. — Planches. — Madriers. — Bois de charpente. — Marbre en bloc. — Albâtre. — Bitume. — Cotons. — Laines. — Vins. — Vinaigres. — Boissons. — Bière. — Levure sèche. — Coke. — Fers. — Cuivres. — Plomb et autres métaux ouvrés ou non. — Fontes moulées	0.08	0.06	0.14
Troisième classe (1). — Houille. — Marne. — Cendres. — Fumiers et engrais. — Pierres à chaux et à plâtre. — Pavés et matériaux pour la construction et la réparation des routes. — Pierres de taille, et produits de carrières, minerais de fer et autres. — Fonte brute. — Sel. — Moellons. — Meulières. — Cailloux. — Sable. — Argiles. — Briques. — Ardoises.	0.06	0.04	0.10

(1) Les lois et décrets des 11 juin et 25 août 1863 ont prescrit d'appliquer les nouvelles dispositions ci-après à toutes les lignes composant l'ancien et le nouveau réseau des diverses Compagnies.

« La troisième classe de marchandises mentionnée à l'article 42 du cahier des charges sera définie « ainsi qu'il suit :

		fr.	fr.	fr.
« Pierres de taille et produits de carrières, minerais autres que ceux de fer, « fonte brute, sel, moellons, meulières, argile, briques, ardoises		0.06	0.04	0.10
« Et il sera établi une quatrième classe de marchandises dans les conditions ci-après :				
« 4e classe. Houille, marne, cendres, fumiers, engrais, pierres à chaux et à plâtre, pavés et matériaux pour la construction et la réparation des routes, minerais de fer, cailloux et sables.	Pour les parcours de 0 à 100 kilomètres, sans que la taxe puisse être supérieure à 5 francs	0.05	0.03	0.08
	Pour les parcours de 101 à 300 kilomètres, sans que la taxe puisse être supérieure à 12 francs	0.03	0.02	0.05
	Au delà de 300 kilomètres	0.025	0.015	0.04

Cette modification importante, qui a dû avoir son effet à partir du 1er janvier 1864, n'a pas encore été appliquée à la Compagnie du Nord; mais elle paraît avoir été définitivement admise en principe pour toutes les concessions, même pour celles adjugées par voie de publicité et de concurrence.

3° VOITURES ET MATÉRIEL ROULANT TRANSPORTÉS A PETITE VITESSE. (Par pièce et par kilomètre.)	PRIX de péage.	PRIX de transport.	TOTAUX.
	fr.	fr.	fr.
Wagon ou chariot pouvant porter de 3 à 6 tonnes	0.09	0.06	0.15
Wagon ou chariot pouvant porter plus de 6 tonnes	0.12	0.08	0.20
Locomotive pesant de 12 à 18 tonnes (ne traînant pas de convoi)	1.80	1.20	3.00
Locomotive pesant plus de 18 tonnes (ne traînant pas de convoi)	2 25	1.50	3.75
Tender de 7 à 10 tonnes	0.90	0.60	1.50
Tender de plus de 10 tonnes	1.35	0.90	2.25
(Les machines locomotives seront considérées comme ne traînant pas de convoi, lorsque le convoi remorqué, soit de voyageurs, soit de marchandises, ne comportera pas un péage au moins égal à celui qui serait perçu sur la locomotive avec son tender, marchant sans rien traîner.)			
(Le prix à payer pour un wagon chargé ne pourra jamais être inférieur à celui qui serait dû pour un wagon marchant à vide.)			
Voitures à deux ou quatre roues, à un fond et à une seule banquette dans l'intérieur	0.15	0.10	0.25
Voitures à quatre roues, à deux fonds et à deux banquettes dans l'intérieur, omnibus, diligences, etc.	0.18	0.14	0.32
(Lorsque, sur la demande des expéditeurs, les transports auront lieu à la vitesse des trains de voyageurs, les prix ci-dessus seront doublés. Dans ce cas, deux personnes pourront, sans supplément de prix, voyager dans les voitures à une banquette, et trois dans les voitures à deux banquettes, omnibus, diligences, etc.; les voyageurs excédant ce nombre payeront le prix des places de deuxième classe.)			
Voitures de déménagement à deux ou à quatre roues, à vide	0.12	0.08	0.20
Ces voitures, lorsqu'elles seront chargées, payeront en sus des prix ci-dessus, par tonne de chargement et par kilomètre	0.08	0.06	0.14
4° SERVICE DES POMPES FUNÈBRES ET TRANSPORT DES CERCUEILS.			
Grande vitesse.			
Une voiture des pompes funèbres, renfermant un ou plusieurs cercueils, sera transportée aux mêmes prix et conditions qu'une voiture à quatre roues, à deux fonds et à deux banquettes	0.36	0.28	0.64
Chaque cercueil confié à l'administration du chemin de fer sera transporté, dans un compartiment isolé, au prix de	0.18	0.12	0.30

Les prix déterminés ci-dessus pour les transports à grande vitesse ne comprennent pas l'impôt dû à l'État.

Il est expressément entendu que les prix de transports ne seront dus à la Compagnie qu'autant qu'elle effectuerait elle-même ces transports à ses frais et par ses propres moyens; dans le cas contraire, elle n'aura droit qu'au prix fixé pour le péage.

La perception aura lieu d'après le nombre de kilomètres parcourus. Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Si la distance parcourue est inférieure à six kilomètres, elle sera comptée pour six kilomètres.

Le poids de la tonne métrique est de mille kilogrammes.

Les fractions de poids ne seront comptées, tant pour la grande que pour la petite vitesse, que par centième de tonne ou par dix kilogrammes.

Ainsi, tout poids compris entre zéro et dix kilogrammes payera comme dix kilogrammes; entre dix et vingt kilogrammes, comme vingt kilogrammes, etc.

Toutefois, pour les excédants de bagages et marchandises à grande vitesse, les coupures seront établies : 1° de zéro à cinq kilogrammes; 2° au-dessus de cinq jusqu'à dix kilogrammes; 3° au-dessus de dix kilogrammes par fraction indivisible de dix kilogrammes.

Quelle que soit la distance parcourue, le prix d'une expédition quelconque, soit en grande, soit en petite vitesse, ne pourra être moindre de quarante centimes.

Dans le cas où le prix de l'hectolitre de blé s'élèverait, sur le marché régulateur de Gray, à vingt francs ou au-dessus, le Gouvernement pourra exiger de la Compagnie que

le tarif du transport des blés, grains, riz, maïs, farines et légumes farineux, péage compris, ne puisse s'élever au maximum qu'à sept centimes par tonne et par kilomètre.

43. — A moins d'une autorisation spéciale et révocable de l'administration, tout train régulier de voyageurs devra contenir des voitures de toute classe en nombre suffisant pour toutes les personnes qui se présenteraient dans les bureaux du chemin de fer.

Dans chaque train de voyageurs, la Compagnie aura la faculté de placer des voitures à compartiments spéciaux pour lesquels il sera établi des prix particuliers que l'administration fixera sur la proposition de la Compagnie; mais le nombre des places à donner dans ces compartiments ne pourra dépasser le cinquième du nombre total des places du train.

44. — Tout voyageur dont le bagage ne pèsera pas plus de trente kilogrammes, n'aura à payer, pour le port de ce bagage, aucun supplément du prix de sa place.

Cette franchise ne s'appliquera pas aux enfants transportés gratuitement, et elle sera réduite à vingt kilogrammes pour les enfants transportés à moitié prix.

45. — Les animaux, denrées, marchandises, effets et autres objets non désignés dans le tarif seront rangés, pour les droits à percevoir, dans les classes avec lesquelles il auront le plus d'analogie, sans que jamais, sauf les exceptions formulées aux articles 46 et 47 ci-après, aucune marchandise non dénommée puisse être soumise à une taxe supérieure à celle de la première classe du tarif ci-dessus.

Les assimilations de classes pourront être provisoirement réglées par la Compagnie; mais elles seront soumises immédiatement à l'administration, qui prononcera définitivement.

46. — Les droits de péage et les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables à toute masse indivisible pesant plus de trois mille kilogrammes (3,000k).

Néanmoins, la Compagnie ne pourra se refuser à transporter les masses indivisibles pesant de trois mille à cinq mille kilogrammes; mais les droits de péage et les prix de transport seront augmentés de moitié.

La Compagnie ne pourra être contrainte à transporter les masses pesant plus de cinq mille kilogrammes (5,000k).

Si, nonobstant la disposition qui précède, la Compagnie transporte des masses indivisibles pesant plus de cinq mille kilogrammes, elle devra, pendant trois mois au moins, accorder les mêmes facilités à tous ceux qui en feraient la demande. Dans ce cas, les prix du transport seront fixés par l'administration, sur la proposition de la Compagnie.

47. — Les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables :

1° Aux denrées et objets qui ne sont pas nommément énoncés dans le tarif, et qui ne pèseraient pas deux cents kilogrammes sous le volume d'un mètre cube;

2° Aux matières inflammables ou explosibles, aux animaux et objets dangereux pour lesquels des règlements de police prescriraient des précautions spéciales;

3° Aux animaux dont la valeur déclarée excéderait cinq mille francs;

4° A l'or et à l'argent, soit en lingots, soit monnayés ou travaillés, au plaqué d'or et d'argent, au mercure et au platine, ainsi qu'aux bijoux, dentelles, pierres précieuses, objets d'art et autres valeurs;

5° Et, en général, à tous paquets, colis ou excédants de bagages, pesant isolément quarante kilogrammes et au-dessous.

Toutefois, les prix de transport déterminés au tarif sont applicables à tous paquets ou colis, quoique emballés à part, s'ils font partie d'envois pesant ensemble plus de quarante kilogrammes d'objets envoyés par une même personne à une même personne. Il en sera de même pour les excédants de bagages qui pèseraient, ensemble ou isolément, plus de quarante kilogrammes.

Le bénéfice de la disposition énoncée dans le paragraphe précédent, en ce qui concerne les paquets et colis, ne peut être invoqué par les entrepreneurs de messageries et de roulage et autres intermédiaires de transport, à moins que les articles par eux envoyés ne soient réunis en un seul colis.

Dans les cinq cas ci-dessus spécifiés, les prix de transport seront arrêtés annuellement par l'administration, tant pour la grande que pour la petite vitesse, sur la proposition de la Compagnie.

En ce qui concerne les paquets ou colis mentionnés au § 5° ci-dessus, les prix de transport devront être calculés de telle manière, qu'en aucun cas, un de ces paquets ou colis ne puisse payer un prix plus élevé qu'un article de même nature pesant plus de quarante kilogrammes.

48. — Dans le cas où la Compagnie jugerait convenable, soit pour le parcours total, soit pour les parcours partiels de la voie de fer, d'abaisser, avec ou sans conditions, au-dessous des limites déterminées par le tarif, les taxes qu'elle est autorisée à percevoir, les taxes abaissées ne pourront être relevées qu'après un délai de trois mois au moins pour les voyageurs, et d'un an pour les marchandises.

Toute modification de tarif, proposée par la Compagnie, sera annoncée un mois d'avance par des affiches.

La perception des tarifs modifiés ne pourra avoir lieu qu'avec l'homologation de l'administration supérieure, conformément aux dispositions de l'ordonnance du 15 novembre 1846.

La perception des taxes devra se faire indistinctement et sans aucune faveur.

Tout traité particulier qui aurait pour effet d'accorder à un ou plusieurs expéditeurs une réduction sur les tarifs approuvés, demeure formellement interdit.

Toutefois, cette disposition n'est pas applicable aux traités qui pourraient intervenir entre le gouvernement et la Compagnie dans l'intérêt des services publics, ni aux réductions ou remises qui seraient accordées par la Compagnie aux indigents.

En cas d'abaissement des tarifs, la réduction portera proportionnellement sur le péage et sur le transport.

49. — La Compagnie sera tenue d'effectuer constamment avec soin, exactitude et célérité, et sans tour de faveur, le transport des voyageurs, bestiaux, denrées, marchandises et objets quelconques qui lui seront confiés.

Les colis, bestiaux et objets quelconques seront inscrits, à la gare d'où ils partent et à la gare où ils arrivent, sur des registres spéciaux, au fur et à mesure de leur réception; mention sera faite, sur les registres de la gare de départ, du prix total dû pour leur transport.

Pour les marchandises ayant une même destination, les expéditions auront lieu suivant l'ordre de leur inscription à la gare de départ.

Toute expédition de marchandises sera constatée, si l'expéditeur le demande, par une lettre de voiture, dont un exemplaire restera aux mains de la Compagnie, et l'autre aux mains de l'expéditeur. Dans le cas où l'expéditeur ne demanderait pas de lettre de voiture, la Compagnie sera tenue de lui délivrer un récépissé qui énoncera la nature et le poids du colis, le prix total du transport et le délai dans lequel ce transport devra être effectué.

50. — Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques seront expédiés et livrés de gare en gare, dans les délais résultant des conditions ci-après exprimées :

1° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques, à grande vitesse, seront expédiés par le premier train de voyageurs comprenant des voitures de toutes classes, et correspondant avec leur destination, pourvu qu'ils aient été présentés à l'enregistrement trois heures avant le départ de ce train.

Ils seront mis à la disposition des destinataires, à la gare, dans le délai de deux heures après l'arrivée du même train.

2° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques, à petite vitesse, seront expédiés dans le jour qui suivra celui de la remise; toutefois, l'administration supérieure pourra étendre ce délai à deux jours.

Le maximum de durée du trajet sera fixé par l'administration, sur la proposition de la Compagnie, sans que ce maximum puisse exiger vingt-quatre heures par fraction indivisible de cent vingt-cinq kilomètres.

Les colis seront mis à la disposition des destinataires dans le jour qui suivra celui de leur arrivée effective en gare.

Le délai total résultant des trois paragraphes ci-dessus sera seul obligatoire pour la Compagnie.

Il pourra être établi un tarif réduit, approuvé par le ministre, pour tout expéditeur qui acceptera des délais plus longs que ceux déterminés ci-dessus pour la petite vitesse.

Pour le transport des marchandises, il pourra être établi, sur la proposition de la Compagnie, un délai moyen entre ceux de la grande et de la petite vitesse. Le prix correspondant à ce délai sera un prix intermédiaire entre ceux de la grande et de la petite vitesse.

L'administration supérieure déterminera, par des règlements spéciaux, les heures d'ouverture et de fermeture des gares et stations, tant en hiver qu'en été, ainsi que les dispositions relatives aux denrées apportées par les trains de nuit et destinées à l'approvisionnement des marchés des villes.

Lorsque la marchandise devra passer d'une ligne sur une autre sans solution de continuité, les délais de livraison et d'expédition au point de jonction seront fixés par l'administration, sur la proposition de la Compagnie.

51. — Les frais accessoires non mentionnés dans les tarifs, tels que ceux d'enregistrement, de chargement, de déchargement et de magasinage dans les gares et magasins du chemin de fer, seront fixés annuellement par l'administration, sur la proposition de la Compagnie.

52. — La Compagnie sera tenue de faire, soit par elle-même, soit par un intermédiaire dont elle répondra, le factage et le camionnage, pour la remise au domicile des destinataires de toutes les marchandises qui lui seront confiées.

Le factage et le camionnage ne seront point obligatoires en dehors du rayon de l'octroi, non plus que pour les gares qui desserviraient, soit une population agglomérée de moins de cinq mille habitants, soit un centre de population de cinq mille habitants, situé à plus de cinq kilomètres de la gare du chemin de fer.

Les tarifs à percevoir seront fixés par l'administration, sur la proposition de la Compagnie. Ils seront applicables à tout le monde sans distinction.

Toutefois, les expéditeurs et destinataires resteront libres de faire eux-mêmes et à leurs frais le factage et le camionnage des marchandises.

53. — A moins d'une autorisation spéciale de l'administration, il est interdit à la Compagnie, conformément à l'article 14 de la loi du 15 juillet 1845, de faire directement ou indirectement, avec des entreprises de transport de voyageurs ou de marchandises par terre ou par eau, sous quelque dénomination ou forme que ce puisse être, des arrangements qui ne seraient pas consentis en faveur de toutes les entreprises desservant les mêmes voies de communication.

L'administration, agissant en vertu de l'article 33 ci-dessus, prescrira les mesures à prendre pour assurer la plus complète égalité entre les diverses entreprises de transports dans leurs rapports avec le chemin de fer.



LOI RELATIVE AUX CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL du 12 juillet 1865.

Cette loi importante a été votée par le Corps législatif dans sa séance du 4 mai 1865, et promulguée le 12 juillet suivant :

Article premier. — Les chemins de fer d'intérêt local peuvent être établis :

1° Par les Départements ou les communes, avec ou sans le concours des propriétaires intéressés ;

2° Par des concessionnaires, par le concours des Départements ou des communes.

Ils sont soumis aux dispositions suivantes :

Art. 2. — Le conseil général arrête, après instruction préalable par le préfet, la direction des chemins de fer d'intérêt local, le mode et les conditions de leur construction, ainsi que les traités et les dispositions nécessaires pour en assurer l'exploitation.

Art. 3. — Les ressources créées en vertu de la loi du 21 mai 1836 peuvent être affectées en partie par les communes et les départements à la dépense des chemins de fer d'intérêt local.

L'article 13 de ladite loi est applicable aux centimes extraordinaires que les communes et les départements s'imposeront pour l'exécution de ces chemins.

Art. 4. — Les chemins de fer d'intérêt local sont soumis aux dispositions de la loi du 15 juillet 1845 sur la police des chemins de fer, sauf les modifications ci-après :

Le préfet peut dispenser de poser des clôtures sur tout ou partie du chemin.

Il peut également dispenser d'établir des barrières au croisement des chemins peu fréquentés.

Art. 5. — Des subventions peuvent être accordées sur les fonds du Trésor pour l'exécution des chemins de fer d'intérêt local.

Le montant de ces subventions pourra s'élever jusqu'au *tiers* de la dépense que le traité d'exploitation à intervenir laissera à la charge des départements, des communes et des intéressés.

Il pourra être fixé *à la moitié* pour les départements dans lesquels le produit du centime additionnel au principal des quatre contributions directes est inférieur à 20,000 fr. et ne dépassera pas le *quart* pour ceux dans lesquels ce produit sera supérieur à 40,000 fr.

Art. 6. — La somme affectée, chaque année, sur les fonds du Trésor, au payement des subventions mentionnées en l'article précédent, ne pourra dépasser *six millions* (1).

Art. 7. — Les chemins de fer d'intérêt local qui reçoivent une subvention du Trésor, peuvent, seuls, être assujettis envers l'État à un service gratuit ou à une réduction du prix des places.

Art. 8. — Les dispositions de l'article 4 de la présente loi seront également applicables aux concessions des chemins de fer destinés à desservir des exploitations industrielles.

Délibéré en séance publique, à Paris, le 4 mai 1865.

Le vice-président, Schneider.

Les secrétaires, Lepeletier-d'Aunay, Lafond de Saint-Mur, Séverin Abbatucci, Alfred Darimon.

Extrait du procès-verbal du Sénat.

Le Sénat ne s'oppose pas à la promulgation de la loi relative aux chemins de fer d'intérêt local.

Délibéré et voté en séance, au palais du Sénat, le 7 juillet 1865.

Le président, Troplong.

Les secrétaires, P. Boudet, Dumas, le comte de Béarn.

Vu et scellé du sceau du Sénat :

Le sénateur-secrétaire,
P. Boudet.

(1) Ce chiffre est bien trop faible : il faudrait soixante millions pendant dix ans au moins, et aviser ensuite. C. A. O.

Mandons et ordonnons que les présentes, revêtues du sceau de l'État et insérées au *Bulletin des lois*, soient adressées aux cours et tribunaux et aux autorités administratives, pour qu'ils les inscrivent sur leurs registres, les observent et les fassent observer; et notre ministre de la justice et des cultes est chargé d'en surveiller la publication.

Fait au palais des Tuileries, le 12 juillet 1865.

NAPOLÉON.

Par l'Empereur :

Le ministre d'État.

E. Rouher.

Vu et scellé du grand sceau :

Le garde des Sceaux, Ministre de la justice et des cultes,

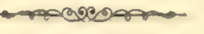
J. Baroche.

La commission, chargée par le Corps législatif d'examiner le projet de loi relatif aux chemins de fer d'intérêt local, était composée de :

MM. le duc Albuféra, *président;* le baron de Beauverger, *secrétaire*; le baron de Benoist; le marquis de Talhouet; Calvet-Rogniat; Chauchard-Bucher de Chauvigné; le comte Léopold-Le-Hon, *rapporteur;* et de Voize.

Les conseillers d'État, commissaires du gouvernement, chargés de soutenir la discussion du projet de loi, étaient :

MM. le comte Dubois, le Baron de Bussières et de Franqueville.



ARRÊTÉ

PORTANT RÈGLEMENT DE LA CIRCULATION DES LOCOMOTIVES sur les routes ordinaires.

Le ministre secrétaire d'État au département de l'agriculture, du commerce et des travaux publics,

Vu la loi du 30 mai 1851, sur la police du roulage et des messageries publiques;

Vu le règlement d'administration publique du 10 août 1852, pour l'exécution de la loi susvisée;

Vu la loi du 21 juillet 1856, concernant les contraventions aux règlements sur les appareils à vapeur;

Vu le décret du 25 janvier 1865, portant règlement sur les chaudières à vapeur, notamment le deuxième paragraphe de l'article 27 de ce décret, ainsi conçu :

« Un règlement spécial fixera, s'il y a lieu, les conditions relatives à la circulation des « locomotives sur les routes ordinaires; »

Sur la proposition du conseiller d'État, secrétaire général, Arrête :

Article premier. — L'emploi des locomotives sur les routes autres que les chemins de fer, est soumis aux dispositions suivantes :

TITRE PREMIER. — Autorisation a obtenir pour faire circuler des locomotives.

Art. 2. — Toute personne qui voudra établir un service par locomotives pour le transport soit des voyageurs, soit des marchandises, devra se pourvoir d'une autorisation, qui sera délivrée par le préfet si le service est compris dans un seul département, et par le ministre des travaux publics s'il en embrasse deux ou un plus grand nombre.

Art. 3. — La demande qui sera adressée à cet effet au préfet ou au ministre, devra indiquer :

1° L'itinéraire détaillé que le pétitionnaire a l'intention de suivre;

2° Le poids des wagons chargés et celui des machines, avec leur approvisionnement; et, pour ces derniers, la charge de chaque essieu;

3° La composition habituelle des trains et leur longueur totale, machine comprise.

Art. 4. — Cette demande sera immédiatement communiquée aux ingénieurs des Ponts et chaussées; et, si l'itinéraire comprend des chemins vicinaux, aux agents-voyers des départements traversés, qui seront appelés à donner leur avis, eu égard à l'état des routes et chemins que les locomotives doivent emprunter, ainsi que la nature des ouvrages d'art qui se trouvent sur le parcours.

Sur le vu de ces avis, les préfets statuent par des arrêtés spéciaux.

Dans le cas où la décision est réservée au ministre, les préfets lui renvoient les demandes, avec l'instruction dont elles auront été l'objet et leur avis personnel, pour y être statué ce que de droit.

Art. 5. — L'arrêté d'autorisation déterminera les conditions particulières auxquelles le permissionnaire sera soumis, indépendamment des prescriptions générales du présent règlement.

Il fixera notamment le maximum, tant de la charge par essieu de locomotive, que de la longueur du convoi.

A moins de circonstances exceptionnelles qui nécessiteraient une réduction, la charge pourra être portée à 8,000 kilogrammes, et la longueur du convoi à 25 mètres.

L'arrêté pourra d'ailleurs autoriser, lorsqu'il y aura lieu, des charges plus fortes et des longueurs de convoi plus grandes.

Enfin il prescrira les précautions spéciales à prendre au passage des ponts suspendus et autres ouvrages d'art.

Art. 6. — Les arrêtés des préfets qui refuseraient les autorisations demandées, pourront être l'objet d'un recours devant le ministre.

Les arrêtés qui auront autorisé la circulation sur des routes impériales et départementales devront, dans tous les cas, être portés à sa connaissance.

TITRE II. — Mise en circulation des locomotives.

Art. 7. — Les machines locomotives ne pourront circuler sur les routes autres que sur les chemins de fer qu'autant qu'elles satisferont, en ce qui concerne leurs générateurs, aux prescriptions du décret du 25 janvier 1865, et qu'après l'accomplissement des conditions spéciales ci-après déterminées :

Art. 8. — Elles seront munies :

1° D'un appareil de changement de marche;

2° D'un frein assez puissant pour empêcher le mouvement de l'essieu-moteur sous l'action de la vapeur, au maximum de pression que comporte la chaudière;

3° D'un avant-train mobile autour d'une cheville ouvrière, ou de tout autre mécanisme équivalent permettant de tourner avec facilité dans des courbes de petit rayon.

Art. 9. — Le foyer de la chaudière devra être établi de manière à brûler sa fumée.

Des dispositions seront prises pour empêcher la projection des escarbilles par le cendrier et par la cheminée.

Art. 10. — La largeur de la machine, entre ses parties les plus saillantes, ne devra pas excéder 2m,50.

Les bandages de roues devront être à surface lisse, sans aucune saillie.

Art. 11. — Aucune locomotive ne pourra être mise en service qu'après avoir été visitée par les ingénieurs des mines, et à leur défaut, par les ingénieurs des ponts et chaussées. En cas d'empêchement, ces ingénieurs pourront se faire remplacer par les agents sous leurs ordres. Ils s'assureront que la machine remplit les conditions prescrites par les articles 7 et 10 ci-dessus. Ils pourront exiger, lorsqu'ils le jugeront nécessaire, qu'elle soit soumise à une expérience qui leur permette de constater l'efficacité des appareils dont elle doit être pourvue, et son aptitude au service auquel elle est destinée.

TITRE III. — Marche et conduite des trains.

Art. 12. — La vitesse en marche ne dépassera pas 20 kilomètres à l'heure.

Cette vitesse devra d'ailleurs être réduite à la traversée des lieux habités ou en cas d'encombrement sur la route.

Le mouvement devra également être ralenti, ou même arrêté, toutes les fois que l'approche d'un train, en effrayant les chevaux ou autres animaux, pourrait être cause de désordres ou occasionner des accidents.

Art. 13. — L'approche du train devra être signalée au moyen d'une trompe, d'une corne ou de tout autre instrument du même genre, à l'exclusion du sifffet habituellement employé dans les locomotives qui circulent sur les chemins de fer.

Art. 14. — Pendant la nuit, le train portera à l'avant un feu rouge et à l'arrière un feu vert. Ces feux devront être allumés une demi-heure après le coucher du soleil, et ne pourront être éteints qu'une demi-heure avant son lever.

Art. 15. — Deux hommes devront être exclusivement attachés au service de la machine. Il y aura, en outre, un conducteur préposé à la manœuvre d'un frein placé à l'arrière du train, toutes les fois que la machine remorquera plus d'un véhicule.

Ce frein sera d'une puissance suffisante pour retenir le train entier, sauf la machine, sur les pentes les plus fortes que présentera le parcours.

Art. 16. — Le machiniste devra se ranger à sa droite à l'approche de toute autre voiture, de manière à laisser libre au moins la moitié de la chaussée.

Art. 17. — Les locomotives et leurs trains ne pourront stationner d'une manière prolongée et sans nécessité sur la voie publique. Ils devront être remisés aux deux extrémités de leurs parcours.

L'alimentation d'eau et de charbon ne pourra se faire sur la voie publique qu'à la condition de ne point entraver la circulation.

Il est expressément défendu d'y opérer le décrassage des grilles.

Art. 18. — La largeur du chargement des voitures ne devra pas excéder 2m,50. Toutefois il pourra être accordé, par les préfets des départements traversés, des permis spéciaux de circulation pour des objets d'un grand volume, qui ne seraient pas susceptibles d'être chargés dans ces conditions.

Art. 19. — Les locomotives et les voitures porteront, sur une plaque métallique, en caractères apparents et lisibles, le nom et le domicile de l'entrepreneur de transports. Chaque machine aura en outre un numéro d'ordre ou un nom particulier.

TITRE IV. — Dispositions générales.

Art. 20. — Pour ce qui n'est pas expressément réglé par le présent arrêté, les machines-locomotives, ainsi que les voitures qu'elles remorqueront, seront soumises, en tout ce qui leur est applicable, aux dispositions des lois et règlements sur la police du roulage, notamment à celles des titres I et III du décret du 10 août 1852.

Art. 21. — Les ingénieurs des ponts et chaussées et les ingénieurs des mines, ainsi que les agents sous leurs ordres dûment commissionnés, sont chargés, sous la direction du préfet, et avec le concours des autorités locales, de la surveillance relative à l'exécution des mesures prescrites par le présent règlement.

Art. 22. — Les contraventions au présent règlement seront constatées, poursuivies et réprimées, suivant les cas, conformément aux lois du 30 mai 1851 et du 21 juillet 1856, ainsi qu'aux dispositions de l'article 471 du Code pénal, sans préjudice de la responsabilité civile que les contrevenants peuvent encourir aux termes des articles 1382 et suivants du Code Napoléon.

Fait à Paris, le 20 avril 1866. Signé : Armand Béhic.

Pour ampliation :

Le conseiller d'Etat, secrétaire général,

De Boureuille.

TREIZIÈME SECTION

FORMATION DES COMPAGNIES

STATUTS ET CAHIERS DES CHARGES

EXPOSÉ

Le point le plus important à bien régler lorsque l'on veut exécuter un chemin de fer, c'est le *mode de constitution de la Compagnie* qui doit l'entreprendre, — car il est très-rare qu'un particulier puisse se charger seul d'une affaire aussi considérable, — et ensuite, la forme et les conditions des rapports que la Compagnie aura avec l'État ou les départements, d'une part, avec le public, de l'autre, c'est-à-dire son *cahier des charges*. Il serait à peu près impossible d'examiner ici en détail les innombrables variantes que le génie de la création et de la spéculation a imaginées, tant en Europe qu'en Amérique, pour faire appel à la souscription publique, et régler d'une manière équitable et avantageuse les intérêts des actionnaires obligataires, administrateurs, fondateurs, entrepreneurs et participants. C'est une question spéciale sur laquelle nous reviendrons quelque jour. Là, encore, il existe un tel nombre de documents que nous ne pouvons les faire entrer, au point de vue où nous nous sommes placé, dans le cadre de cet ouvrage.

Ce que nous pouvons faire de mieux, c'est de citer un certain nombre d'actes de société et de cahiers des charges à titre d'exemples, ou plutôt encore de *Types* de disposition faisant suite aux précédents.

Les meilleurs modèles sont encore susceptibles de profondes modifications tant que les lois actuelles n'auront pas été abrogées, et nous sommes très-loin de croire que l'on soit arrivé, à l'heure actuelle, à la forme la plus simple et la plus pratique, tant pour l'obtention d'une concession, que pour l'établissement et l'exploitation d'un chemin de fer.

Document n° 1.

CHEMIN DE FER

INDUSTRIEL ET D'INTÉRÊT LOCAL

De Lagny à Neufmoutiers,

Par Serris et Villeneuve-le-Comte (Seine-et-Marne).

Cahier des Charges.

TITRE Ier. — TRACÉ ET CONSTRUCTION.

Art. 1er. — Le chemin de fer concédé partira de la rive gauche de la Marne, dans la commune de Thorigny, près de l'embranchement du chemin de fer de la voirie, sur le chemin de Lagny à Quincangrogne, et aboutira aux carrières de Neufmoutiers, en empruntant les accotements préalablement élargis de $2^m,00$: 1° de la route Départementale

N° 31, depuis l'entrée du bois de Chigny, jusqu'à l'embranchement sur cette route du chemin de grande communication N° 96, depuis l'entrée de Villeneuve-le-Comte jusqu'au passage du Ru-Noir.

Art. 2. — Les travaux seront commencés dans un délai de deux mois, à partir du Décret de concession. Ils seront terminés dans un délai de dix-huit mois, à partir de la date du décret, de telle sorte qu'à l'expiration du dernier délai, le chemin soit en exploitation sur toute son étendue.

Art. 3. Aucun travail ne pourra être entrepris pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances sans l'autorisation de l'administration supérieure. A cet effet, les projets de tous les travaux à exécuter seront dressés en double expédition et soumis à l'approbation du ministre qui prescrira, s'il y a lieu, d'y apporter telles modifications que de droit. L'une de ces expéditions sera remise aux concessionnaires avec le visa du ministre, l'autre demeurera entre les mains de l'administration.

Avant comme pendant l'exécution, les concessionnaires auront la faculté de proposer aux projets approuvés, les modifications qu'ils jugeront utiles; mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation de l'administration supérieure.

Art. 4. — Le tracé et le profil du chemin de fer seront arrêtés sur la production de projets d'ensemble comprenant, pour la ligne entière ou pour chaque section de la ligne : 1° un plan général à l'échelle de un dix-millième ; 2° un profil en long à l'échelle de un millième pour les longueurs, et de cinq millièmes pour les hauteurs, dont les cotes seront rapportées au niveau moyen de la mer pris pour point de comparaison. Au-dessous de ce profil on indiquera, on moyen de trois lignes horizontales disposées à cet effet, savoir :

Les distances kilométriques du chemin de fer, comptées à partir de son origine;

La longueur et l'inclinaison de chaque pente ou rampe.

La longueur des parties droites et le développement des parties courbes du tracé, en faisant connaître le rayon correspondant à chacune de ces dernières; 3° un certain nombre de profils en travers, y compris le profil type de la voie; 4° un Mémoire dans lequel seront justifiées toutes les dispositions essentielles du projet, et un Devis descriptif dans lequel seront reproduites, sous forme de tableaux, les indications relatives aux déclivités et aux courbes déjà données sur le profil en long.

La position des gares et stations projetées, celle des cours d'eau et des voies de communication, traversées par le chemin de fer, des passages soit à niveau, soit au-dessus, soit au-dessous de la voie ferrée, devront être indiquées tant sur le plan que sur le profil en long. Le tout sans préjudice des projets à fournir, s'il y a lieu, pour chacun de ces ouvrages.

Art. 5. — Les terrains seront acquis, et les ouvrages d'art et les terrassements exécutés pour une voie, sauf l'établissement d'un certain nombre de gares d'évitement.

Art. 6. — La largeur de la voie entre les bords intérieurs des rails devra être de $1^m,00$. Dans les parties à deux voies, la largeur de l'entrevoie mesurée entre le bord extérieur des rails sera de $1^m,80$.

La largeur des accotements, c'est-à-dire la distance comprise entre le bord extérieur du rail et l'arête supérieure du ballast, sera de $0^m,50$ au moins, dans les parties où le chemin de fer emprunte la route Départementale ou le chemin de grande communication, et de $0^m,80$ dans les autres parties.

Les concessionnaires établiront, le long du chemin de fer, les fossés ou rigoles qui seront jugés nécessaires pour l'assèchement de la voie ou pour l'écoulement des eaux.

Les dimensions de ces fossés ou rigoles seront déterminées par le Préfet, suivant les circonstances locales, sur la proposition des concessionnaires et l'avis des ingénieurs.

Art. 7. — Les alignements seront raccordés entre eux par des courbes, dont le rayon ne pourra être inférieur à $100^m,00$; une partie droite de $25^m,00$ de longueur au moins, devra

être ménagée entre deux courbes consécutives lorsqu'elles seront dirigées en sens contraire. Le maximum de l'inclinaison des pentes et rampes est fixé à 40 millimètres par mètre. Une partie horizontale de 50 mètres au moins devra être ménagée entre deux fortes déclivités consécutives, lorsque ces déclivités se succéderont en sens contraire, et de manière à verser leurs eaux au même point.

Les déclivités correspondantes aux courbes de faible rayon devront être réduites autant que faire se pourra.

Les concessionnaires auront la faculté de proposer aux dispositions de cet article et à celles de l'article précédent, les modifications qui leur paraîtront utiles; mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation préalable de l'administration supérieure.

Art. 8. — Le nombre, l'étendue et l'emplacement des gares d'évitement seront déterminés par l'administration, les concessionnaires entendus.

Le nombre et l'emplacement des stations de voyageurs et des gares de marchandises seront également déterminés par l'administration sur les propositions des concessionnaires, après une enquête spéciale.

Les concessionnaires seront tenus préalablement à tout commencement de l'exécution, de soumettre à l'administration le projet desdites gares, lequel se composera :

1° D'un plan à l'échelle de un cinq-centième indiquant les voies, les quais, les bâtiments, leur distribution intérieure, ainsi que la disposition de leurs abords.

2° D'une élévation des bâtiments, à l'échelle de un centimètre par mètre ;

3° D'un Mémoire descriptif dans lequel les dispositions essentielles du projet seront justifiées.

Art. 9. — A moins d'obstacles locaux dont l'appréciation appartiendra à l'administration, le chemin de fer, à la rencontre des routes nationales ou départementales, devra passer soit au-dessus, soit au-dessous de ces routes. Les croisements à niveau seront tolérés pour les chemins vicinaux, ruraux ou particuliers.

Art. 10. — Lorsque le chemin de fer devra passer au-dessus d'une route nationale ou départementale, ou d'un chemin vicinal, l'ouverture du viaduc sera fixée par l'administration, en tenant compte des circonstances locales ; mais cette ouverture ne pourra, dans aucun cas, être inférieure à huit mètres ($8^m,00$) pour les routes nationales, à $7^m,00$ pour les routes départementales, à $5^m,00$ pour un chemin de grande communication, et à $4^m,00$ pour un chemin vicinal ordinaire. Pour les viaducs de forme cintrée, la hauteur sous clef à partir du sol de la route, sera de $5^m,00$ au moins. Pour ceux qui sont formés de poutres horizontales en bois ou en fer, la hauteur sous poutre sera de $4^m,30$ au moins.

La largeur entre les parapets sera d'au moins $3^m,50$. La hauteur de ces parapets sera fixée par l'administration, et ne pourra, dans aucun cas, être inférieure à $0^m,80$.

Art. 11. — Lorsque le chemin de fer devra passer au-dessous d'une route nationale ou départementale, ou d'un chemin vicinal, la largeur entre les parapets du pont qui supportera la route ou le chemin, sera fixée par l'administration, en tenant compte des circonstances locales, mais cette largeur ne pourra, en aucun cas, être inférieure à $8^m,00$ pour la route nationale, à $7^m,00$ pour la route départementale, à $5^m,00$ pour un chemin vicinal de grande communication, et à $4^m,00$ pour un simple chemin vicinal.

L'ouverture du pont entre les culées sera au moins de $3^m,50$, et la distance verticale ménagée au-dessus des rails extérieurs de chaque voie pour le passage des trains, ne sera pas inférieure à $4^m,50$.

Art. 12. — Dans toute la longueur où le chemin de fer sera établi, sur l'accotement d'une route ou d'un chemin, la voie sera établie de manière à ne modifier en aucune façon le profil régulier de l'accotement. Le rail du côté de la chaussée sera placé parallèlement à l'axe du chemin ou de la route, à la distance d'au moins $4^m,50$ de cet axe.

La saillie des rails, au-dessus du niveau de l'accotement, ne devra pas dépasser trois

centimètres ($0^m,03$) pour le rail du côté de la chaussée, et quatre centimètres ($0^m,04$) pour le rail extérieur.

Art. 13. — Dans le cas où des routes nationales ou départementales, ou des chemins vicinaux, ruraux ou particuliers seraient traversés à leur niveau par le chemin de fer, les rails devront être posés sans aucune saillie ni dépression sur la surface de ces routes, et de telle sorte qu'il n'en résulte aucune gêne pour la circulation des voitures.

Le croisement à niveau du chemin de fer et des routes ne pourra s'effectuer sous un angle moindre que quarante-cinq degrés.

Chaque passage à niveau sera muni de barrières; il y sera en outre établi une maison de garde toutes les fois que l'utilité en sera reconnue par l'administration.

La Compagnie devra soumettre à l'approbation de l'administration les projets types de ces barrières.

Art. 14. — Lorsqu'il y aura lieu de modifier l'emplacement ou le profil des routes existantes, l'inclinaison des pentes et rampes sur les routes modifiées ne pourra excéder trois centimètres ($0^m,03$) par mètre pour les routes nationales ou départementales; cinq centimètres ($0^m,05$) pour les chemins vicinaux. L'administration restera libre, toutefois, d'apprécier les circonstances qui pourraient motiver une dérogation à cette clause, comme à celle qui est relative à l'angle de croisement des passages à niveau.

Art. 15. — La Compagnie sera tenue de rétablir et d'assurer à ses frais l'écoulement de toutes les eaux dont le cours serait arrêté, suspendu ou modifié pour ses travaux, et de prendre les mesures nécessaires pour prévenir l'insalubrité pouvant résulter des chambres d'emprunt.

Les viaducs à construire à la rencontre des rivières, des canaux et des cours d'eau quelconques, auront au moins sept mètres ($7^m,00$) de largeur entre les parapets sur les chemins à deux voies, et quatre mètres ($4^m,00$) sur les chemins à une voie. La hauteur de ces parapets sera fixée par l'administration, et ne pourra être inférieure à quatre-vingts centimètres ($0^m,80$).

La hauteur et le débouché du viaduc seront déterminés dans chaque cas particulier suivant les circonstances locales.

Art. 16. — Les souterrains à établir pour le passage du chemin de fer auront au moins $4^m,00$ de largeur entre les pieds droits au niveau des rails, et cinq mètres ($5^m,00$) de hauteur sous clef au-dessus de la surface des rails. La distance verticale entre l'intrados et le dessus des rails extérieurs de chaque voie, ne sera pas inférieure à quatre mètres ($4^m,00$). L'ouverture des puits d'aérage et de construction des souterrains sera entourée d'une margelle en maçonnerie, de deux mètres ($2^m,00$) de hauteur. Cette ouverture ne pourra être établie sur aucune voie publique.

Art. 17. — A la rencontre des cours d'eau flottables ou navigables, les concessionnaires seront tenus de prendre toutes les mesures, et de payer tous les frais nécessaires pour que le service de la navigation ou du flottage n'éprouve ni interruption ni entrave pendant la durée des travaux.

A la rencontre des routes nationales et départementales, et des autres chemins publics, il sera construit des chemins et ponts provisoires par les soins et aux frais de la Compagnie, partout où cela sera jugé nécessaire pour que la circulation n'éprouve ni gêne, ni interruption.

Avant que les communications existantes ne puissent être interceptées, il sera fait une reconnaissance par les ingénieurs de la localité, à l'effet de constater si les ouvrages provisoires présentent une solidité suffisante, et s'ils peuvent assurer le service de la circulation.

Un délai sera fixé par l'administration pour l'exécution des travaux définitifs destinés à rétablir les communications interceptées.

Art. 18. — La Compagnie n'emploiera, dans l'exécution des ouvrages, que des matériaux de bonne qualité; elle sera tenue de se conformer à toutes les règles de l'art, de manière à obtenir une construction parfaitement solide.

Tous les aqueducs, ponceaux, ponts et viaducs à construire à la rencontre des divers cours d'eau et des chemins publics ou particuliers, seront en maçonnerie ou en fer, sauf les cas d'exception qui pourront être admis par l'administration.

Art. 19. — Les voies seront établies d'une manière solide et avec des matériaux de bonne qualité.

L'administration fixera le poids des rails sur la proposition des concessionnaires.

Art. 20. — Dans toutes les parties où le chemin de fer ne longe pas l'accotement des voies de communication, l'administration pourra demander qu'il soit séparé des propriétés riveraines par des murs, haies, ou toute autre clôture dont le mode et la disposition seront autorisés sur la proposition des concessionnaires.

Art. 21. — Tous les terrains nécessaires pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances, pour la déviation des voies de communication ou des cours d'eau déplacés, et en général pour l'exécution des travaux, quels qu'ils soient, auxquels cet établissement pourra donner lieu, seront achetés et payés par la Compagnie concessionnaire.

Il ne sera fait exception que pour les terrains nécessaires à l'élargissement des routes départementales et chemins de grande communication sur l'accotement desquels la voie pourra être établie; l'acquisition se fera par l'autorité départementale, mais les dépenses d'acquisition seront soldées par les concessionnaires.

Ils ne pourront commencer les travaux qu'après avoir justifié du versement, dans la caisse du trésorier payeur général, de la somme de onze mille francs jugée nécessaire pour cette acquisition.

L'excédant de cette somme sur la dépense réellement faite leur sera remboursé après la réception définitive des travaux.

Les indemnités pour occupation temporaire ou pour détérioration de terrains, pour chômage, modification ou destruction d'usines, et pour tous dommages quelconques résultant des travaux, seront supportées et payées par les concessionnaires.

Art. 22. — L'entreprise étant d'utilité publique, la Compagnie est investie, pour l'exécution des travaux dépendant de sa concession, de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'administration en matière de travaux publics, soit pour l'acquisition des terrains par voie d'expropriation, soit pour l'extraction, le transport et le dépôt des terres, matériaux, etc., et elle demeure en même temps soumise à toutes les obligations qui dérivent, pour l'administration, de ces lois et règlements.

Art. 23. — Si la ligne du chemin de fer traverse un terrain déjà concédé pour l'exploitation d'une mine, l'administration déterminera les mesures à prendre pour que l'établissement du chemin de fer ne nuise pas à l'exploitation de la mine, et réciproquement pour que, le cas échéant, l'exploitation de la mine ne compromette pas l'existence du chemin de fer.

Les travaux de consolidation à faire dans l'intérieur de la mine en raison de la traversée du chemin de fer, et tous les dommages résultant de cette traversée pour les concessionnaires de la mine, seront à la charge de la Compagnie.

Art. 24. — Si le chemin de fer doit s'étendre sur des terrains renfermant des carrières ou les traverser souterrainement, il ne pourra être livré à la circulation avant que les excavations qui pourraient en compromettre la solidité aient été remblayées ou consolidées L'administration déterminera la nature et l'étendue des travaux qu'il conviendra d'entreprendre à cet effet, et qui seront d'ailleurs exécutés par les soins et aux frais de la Compagnie.

Art. 25. — Pour l'exécution des travaux, la Compagnie se soumettra aux décisions ministérielles concernant l'interdiction du travail les dimanches et jours fériés.

Art. 26. — Les travaux seront exécutés sous le contrôle et la surveillance de l'administration.

Art. 27. — A mesure que les travaux seront terminés sur des parties de chemins de

fer susceptibles d'être livrées utilement à la circulation, il sera procédé, sur la demande de la Compagnie, à la reconnaissance et, s'il y a lieu, à la réception provisoire de ces travaux, par un ou plusieurs commissaires que l'administration désignera.

Sur le vu du procès-verbal de cette reconnaissance, l'administration autorisera, s'il y a lieu, la mise en exploitation des parties dont il s'agit; après cette autorisation, la Compagnie pourra mettre lesdites parties en service, et y percevoir les taxes ci-après déterminées. Toutefois, ces réceptions partielles ne deviendront définitives que par la réception générale et définitive du chemin de fer.

Art. 28. — Après l'achèvement total des travaux, et dans le délai qui sera fixé par l'administration, la Compagnie fera faire, à ses frais, un bornage contradictoire et un plan cadastral du chemin de fer et de ses dépendances. Elle fera dresser également à ses frais, et contradictoirement avec l'administration, un état descriptif de tous les ouvrages d'art qui auront été exécutés; ledit état accompagné d'un atlas contenant les dessins cotés de tous lesdits ouvrages.

Une expédition dûment certifiée des procès-verbaux de bornage, du plan cadastral, de l'état descriptif et de l'atlas, sera dressée aux frais de la Compagnie et déposée dans les archives du ministère.

Les terrains acquis par la Compagnie postérieurement au bornage général, en vue de satisfaire aux besoins de l'exploitation, et qui, par cela même, deviendront partie intégrante du chemin de fer, donneront lieu, au fur et à mesure de leur acquisition, à des bornages supplémentaires et seront ajoutés sur le plan cadastral; addition sera également faite sur l'Atlas, de tous les ouvrages d'art exécutés postérieurement à sa rédaction.

TITRE II. — ENTRETIEN ET EXPLOITATION.

Art. 29. — Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Les frais d'entretien et ceux auxquels donneront lieu les réparations ordinaires et extraordinaires seront entièrement à la charge de la Compagnie.

Si le chemin de fer, une fois achevé, n'est pas constamment entretenu en bon état, il y sera pourvu d'office, à la diligence de l'administration et aux frais de la Compagnie, sans préjudice, s'il y a lieu, de l'application des dispositions indiquées ci-après, dans l'article 39.

Le montant des avances faites sera recouvré au moyen de rôles que le préfet rendra exécutoires.

Art. 30. — La Compagnie sera tenue d'établir à ses frais, partout où besoin sera, des gardiens en nombre suffisant pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie, et celle de la circulation ordinaire sur les points où le chemin de fer sera traversé à niveau par des routes ou chemins.

Art. 31. — Les machines locomotives seront construites sur les meilleurs modèles; elles devront consumer leur fumée et satisfaire d'ailleurs à toutes les conditions prescrites ou à prescrire par l'administration pour la mise en service de ce genre de machines.

Les voitures de voyageurs devront également être faites d'après les meilleurs modèles, et satisfaire à toutes les conditions réglées ou à régler pour les voitures servant au transport des voyageurs sur les chemins de fer. Elles seront suspendues sur ressorts et garnies de banquettes.

Il y aura trois classes au moins :

1° Les voitures de première classe seront couvertes, garnies, fermées à glace, munies de rideaux ;

2° Celles de deuxième classe seront couvertes, fermées à glaces, munies de rideaux, et auront les banquettes rembourrées;

3° Celles de troisième classe seront couvertes, fermées à vitres, munies soit de rideaux,

soit de persiennes, et auront des banquettes à dossier. Les dossiers et les banquettes devront être inclinés, et les dossiers seront élevés à la hauteur de la tête des voyageurs.

L'intérieur de chacun des compartiments de toute classe contiendra l'indication du nombre des places de ce compartiment.

L'administration pourra exiger qu'un compartiment de chaque classe soit réservé dans es trains de voyageurs, aux femmes voyageant seules.

Les voitures de voyageurs, les wagons destinés au transport des marchandises, les chaises de poste, les plates-formes, et en général toutes les parties du matériel roulant, seront de bonne et solide construction.

La Compagnie sera tenue, pour la mise en service de ce matériel, de se soumettre à tous les règlements sur la matière.

Les machines locomotives, tenders, voitures, wagons de toute espèce, plates-formes, composant le matériel roulant, seront constamment entretenus en bon état.

Art. 32. — Des règlements d'administration publique rendus après que la Compagnie aura été entendue, détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour assurer la police et l'exploitation du chemin de fer, ainsi que la conservation des ouvrages qui en dépendent.

Toutes les dépenses qu'entraînera l'exécution des mesures prescrites en vertu de ces règlements, seront à la charge de la Compagnie.

La Compagnie sera tenue de soumettre à l'approbation de l'administration les règlements relatifs au service et à l'exploitation du service.

Les règlements dont il s'agit dans les deux paragraphes précédents, seront obligatoires, non-seulement pour la Compagnie concessionnaire, mais encore pour toutes celles qui obtiendraient ultérieurement l'autorisation d'établir des lignes de chemins de fer, d'embranchement et de prolongement, et en général, pour toutes les personnes qui emprunteraient l'usage du chemin de fer.

Le ministre déterminera, sur la proposition de la Compagnie, le minimum et le maximum de vitesse des convois de voyageurs et de marchandises, et des convois spéciaux des postes, ainsi que la durée du trajet.

Art. 33. — Pour tout ce qui concerne l'entretien et les réparations du chemin de fer et de ses dépendances, l'entretien du matériel et le service de l'exploitation, la Compagnie sera soumise au contrôle et à la surveillance de l'administration.

Outre la surveillance ordinaire, l'administration déléguera aussi souvent qu'elle le jugera utile, un ou plusieurs commissaires, pour reconnaître et constater l'état du chemin de fer, de ses dépendances et du matériel.

TITRE III. — DURÉE, RACHAT ET DÉCHÉANCE DE LA CONCESSION.

Art. 34. — La durée de la concession pour le chemin mentionné à l'article 1er du présent cahier des charges, sera de quatre-vingt-dix-neuf ans (99 ans). Elle commencera à courir à partir de l'expiration du délai fixé pour l'achèvement des travaux par l'article 2 ci-dessus.

Art. 35. — A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, et par le seul fait de cette expiration, l'État sera subrogé à tous les droits de la Compagnie, sur le chemin de fer et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous ses produits.

Néanmoins, la Compagnie aura le droit de faire transporter tous ses produits sur le chemin, en acquittant seulement les frais de transport et sans supporter le droit de péage.

La Compagnie sera tenue de lui remettre en bon état d'entretien, le chemin de fer et tous les immeubles qui en dépendent, quelle qu'en soit l'origine, tels que les bâtiments des gares et stations, les remises, ateliers et dépôts, les maisons de gardes, etc. Il en sera de même de tous les objets immobiliers dépendant également dudit chemin, tels que les barrières et clôtures, les voies, changements de voies, plaques tournantes, réservoirs d'eau, grues hydrauliques, machines fixes, etc.

Dans les cinq dernières années qui précéderont le terme de la concession, le Gouvernement aura le droit de saisir les revenus du chemin de fer et de les employer à rétablir en bon état le chemin de fer et ses dépendances, si la Compagnie ne se mettait pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation.

En ce qui concerne les objets mobiliers, tels que le matériel roulant, les matériaux, combustibles et approvisionnements de tout genre, le mobilier des stations, l'outillage des ateliers et des gares, l'État sera tenu, si la Compagnie le requiert, de reprendre tous ces objets sur l'estimation qui en sera faite à dire d'experts, et réciproquement, si l'État le requiert, la Compagnie devra les céder de la même manière.

Toutefois l'État ne pourra être tenu de reprendre que les approvisionnements nécessaires à l'exploitation du chemin pendant six mois.

Art. 36. — A toute époque, après l'expiration des quinze premières années de la concession, l'État aura la faculté de racheter la concession entière du chemin de fer.

Pour régler le prix du rachat, on relèvera les produits nets annuels obtenus par la Compagnie pendant les sept années qui auront précédé celle où le rachat sera effectué; on déduira les produits nets des deux plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen des cinq autres années.

Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité qui sera due et payée à la Compagnie pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour terme de comparaison.

La Compagnie recevra en outre, dans les trois mois qui suivront le rachat, les remboursements auxquels elle aurait droit à l'expiration de la concession, suivant l'art. 35 ci-dessus.

Art. 37. — Si la Compagnie n'a pas commencé les travaux dans le délai fixé par l'article 2, elle sera déchue de plein droit, sans qu'il y ait lieu à aucune notification ou mise en demeure préalable.

Dans ce cas, les onze mille francs déposés à la caisse du trésorier payeur général, en conformité de l'article 21, deviendraient la propriété de l'État.

Art. 38. — Faute par la Compagnie d'avoir terminé les travaux dans le délai fixé par l'article 2, faute aussi par elle d'avoir rempli les diverses obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, elle encourra la déchéance, et il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par la Compagnie, au moyen d'une adjudication que l'on ouvrira sur une mise à prix des ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés, et des parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation.

Les soumissions pourront être inférieures à la mise à prix.

La nouvelle Compagnie sera soumise aux clauses du présent cahier des charges, et la Compagnie évincée recevra d'elle le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases après un délai de trois mois; si cette seconde tentative reste également sans résultat, la Compagnie sera définitivement déchue de tous ses droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation, appartiendront au département.

Art. 39. — Si l'exploitation du chemin de fer vient à être interrompue en totalité ou en partie, l'administration prendra immédiatement, aux frais et risques de la Compagnie, les mesures nécessaires pour assurer provisoirement le service.

Si dans les trois mois de l'organisation du service provisoire, la Compagnie n'a pas valablement justifié qu'elle est en état de reprendre et de continuer l'exploitation, et si elle ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance pourra être prononcée par le ministre. Cette déchéance prononcée, le chemin de fer et ses dépendances seront mis en adjudication, et il sera procédé ainsi qu'il est dit à l'article précédent.

Art. 40. — Les dispositions des trois articles qui précèdent cesseraient d'être applicables, et la déchéance ne serait pas encourue, dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

TITRE IV. — TAXES ET CONDITIONS RELATIVES AU TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES.

Art. 41. — Pour indemniser la Compagnie des travaux et dépenses qu'elle s'engage à faire par le présent Cahier des charges, et sous la condition expresse qu'elle en remplira exactement les obligations, le Gouvernement lui accorde l'autorisation de percevoir, pendant toute la durée de la concession, les droits de péage et les prix de transport ci-après déterminés :

TARIF	PRIX		
1° PAR TÊTE ET PAR KILOMÈTRE.	de péage.	de transport.	TOTAUX.
Grande vitesse.	fr.	fr.	fr.
Voyageurs. Compartiments de 1re Classe	0.07	0.03	0.10
Voyageurs. — de 2e Classe	0.05	0.025	0.075
Voyageurs. — de 3e Classe	0.037	0.018	0.055
Enfants. Au-dessous de 3 ans ne payent pas, à la condition d'être portés sur les genoux des personnes qui les accompagnent. De 3 à 7 ans, ils payeront demi-place et auront droit à une place distincte dans un même compartiment, deux enfants ne pourront occuper que la place d'un voyageur. Au-dessus de 7 ans ils payent place entière.			
Chiens transportés dans les trains de voyageurs avec le voyageur, à ses risques et périls (Sans que la perception puisse être inférieure à 0 fr. 50 c.)	0.010	0.005	0.015
Petite vitesse.			
Veaux et porcs	0.025	0.015	0.04
Moutons, brebis, agneaux et chèvres	0.01	0.01	0.02
Lorsque les animaux ci-dessus dénommés seront, sur la demande des expéditeurs, transportés à la vitesse des trains de voyageurs, les prix seront doublés.			
2° PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE.			
Petite vitesse.			
Tarifs généraux.			
1re classe.			
Armes, bascules, billards, bimbeloterie, bois façonnés, bonneterie, bouchons, fils, laines, lins, cotons filés, crins, épiceries, denrées coloniales, cafés, comestibles, fruits, légumes frais, droguerie, liqueurs en bouteilles, eaux minérales, essences et vernis, plantes vivantes, porcelaines, verreries et cristaux, cartonnages, chaises, chaussures, coutellerie, filets, fers et fontes d'ornement, glaces, horlogerie, huiles d'olive, imprimés, instruments de musique, literie, lits en fer, mercerie, meubles, marbres ouvrés, ornements en plâtre, paniers vides, parfumerie, pianos, poêle en fonte et faïence, quincaillerie fine, sabots, sellerie, ustensiles de ménage, vélocipèdes	0.15	0.05	0.20
2e classe.			
Alcools, appareils en fer et fonte, balais, bières en fûts, bougies, bouteilles vides, carreaux en faïence ou en marbre, carrosserie, cartons bruts ou bitumés, chanvres, chandelles, cendres, fruits et légumes secs, chaudronnerie, cirage, cloches en métal, cordages, cotrets, cruchons vides, déchets de coton et laine, douelles ou douves, faïence et poterie communes, faux et faucilles, fer battu, filasse, fourneaux, fromages, gruaux, salaisons, huiles communes, de schiste et pétrole, cotons bruts, laines brutes ou en suin, lait, laiton, vins et eaux-de-vie en fûts, locomobiles, machines, marbre brut, mécaniques, meules, noir animal ou de fumée, outils non dénommés, paille de maïs, papiers peints et d'emballage, peaux sèches, pièces de forge ouvrées, pierres à aiguiser, pierres de taille façonnées, poterie d'étain, grosse quincaillerie, sarrasin, sulfates, vinaigres en fûts, zinc en feuille ou tuyaux	0.13	0.05	0.18

	PRIX		
	de péage.	de transport.	TOTAUX.
3e *classe*.	fr.	fr.	fr.
Ardoises, argiles, avoines, balais de bouleau ou de bruyère, baryte, bitume, bois brut scié ou débité, boulons, bourrées, briques, cailloux ou moellons, céréales, chaînes en fer, chaux, chevrons, chiffons, ciment, clouterie, corne brute, craie, cuirs verts, dalles, déchets d'animaux, dégras, échalas, écorces, enclumes, engrais, fagots, farines, fers en barre ou en feuille, ferronnerie, ferraille, fonte brute, fourrages secs ouverts, fumier, goudron, graisses, gravier, guano, houille et coke, lattes, manches en bois, madriers, minerais, mottes à brûler, moyeux, os bruts, paille, pavés, peaux brutes, perches, phosphate pour engrais, pièces de forge, pierres de taille brutes, planches, plombs, pommes de terre, betteraves, poteaux, poutres fer ou fonte, pulpes, racines à brûler, souches, tan, terre de poterie, terre de bruyère ou végétale, tourbe, tourteaux, tuyaux de drainage, verres cassés, voliges, plâtre........	0.12	0.04	0.16
Tarifs spéciaux POUR TRANSPORTS PAR WAGONS COMPLETS.			
1re *série*.			
Bois de charpente en grume ou équarris, bois sciés ou débités, chevrons, madriers, moellons piqués, perches, poteaux, wagons démontés......	0.10	0.05	0.15
2e *série*.			
Avoine, balais de bouleau, blés, briques, carreaux en pierre ou terre cuite, céréales, chaux en vrague, charbons de bois, coke, dalles, légumes secs, écorces, escarbilles, glands, graines, guanos, issues, farines, lattes, moyeux, meulière brute, os bruts, osiers, pierre de taille brute, pommes de terre, planches, seigle, sel gemme ou marin, sucre brut, tuiles, tuyaux de drainage, tan, tourteaux, voliges...............	0.08	0.05	0.13
3e *série*.			
Ardoises, argile, betteraves, bois à brûler, moellons calcaires et caillasses, cailloux, cendres, ciments, échalas, engrais, fumier, fers en barre, charpentes en fer, colonnes en fer ou fonte, fontes brutes, graviers, houille, sable, marne, minerais, pierres à chaux et à plâtre, pierres siliceuses pour les chaussées, pulpes de betteraves, scories, souches à brûler, terre, tourbe, plâtre, vieux fer, verres cassés, pavés.........	0.06	0.04	0.10

Les prix déterminés ci-dessus pour les transports à grande vitesse, ne comprennent pas l'impôt dû à l'État.

Il est expressément entendu que les prix de transports ne seront dus à la Compagnie qu'autant qu'elle effectuerait elle-même ces transports à ses frais, et par ses propres moyens ; dans le cas contraire, elle n'aurait droit qu'aux prix fixés pour le péage.

La perception aura lieu d'après le nombre de kilomètres parcourus. Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Si la distance parcourue est inférieure à six kilomètres, elle sera comptée pour six kilomètres.

Le poids de la tonne métrique est de mille kilogrammes.

Les fractions de poids ne seront comptées, tant pour la grande que pour la petite vitesse, que par centième de tonne ou par dix kilogrammes.

Ainsi, tout poids compris entre zéro et dix kilogrammes payera comme dix kilogrammes; entre dix et vingt kilogrammes, comme vingt kilogrammes, etc.

Toutefois, pour les excédants de bagages et marchandises à grande vitesse, des coupures seront établies :

1° De zéro à cinq kilogrammes; 2° de cinq jusqu'à dix kilogrammes; 3° au-dessus de dix kilogrammes, par fraction indivisible de dix kilogrammes.

Quelle que soit la distance parcourue, le prix d'une expédition quelconque, soit en grande, soit en petite vitesse, ne pourra être moindre de cinquante centimes.

Dans le cas où l'hectolitre de blé s'élèverait, sur le marché régulateur de Meaux, à vingt

francs et au-dessus, le Gouvernement pourra exiger de la Compagnie que le tarif du transport des blés, grains, riz, maïs, farines et légumes farineux, ne puisse s'élever qu'à 0f,07 par tonne et par kilomètre, péage compris.

Art. 42. — A moins d'une autorisation spéciale et révocable de l'administration, tout train régulier de voyageurs devra contenir des voitures de toute classe, en nombre suffisant pour toutes les personnes qui se présenteraient dans les bureaux du chemin de fer.

Dans chaque train de voyageurs, la Compagnie aura la faculté de placer des voitures à compartiments particuliers, pour lesquels il sera établi des prix spéciaux, que l'administration fixera sur la proposition de la Compagnie; mais le nombre des places à donner dans ces compartiments ne pourra dépasser le cinquième du nombre total des places du train.

Art. 43. — Tout voyageur dont le bagage ne pèsera pas plus de vingt kilogrammes, n'aura à payer, pour le port de ce bagage, aucun supplément du prix de sa place.

Cette franchise ne s'appliquera pas aux enfants transportés gratuitement; elle sera réduite à quinze kilogrammes pour les enfants transportés à moitié prix.

Art. 44. — Les marchandises, animaux et autres objets non désignés dans les tarifs qui précèdent, seront rangés, pour les droits à percevoir, dans les classes avec lesquelles ils auront le plus d'analogie, sans que jamais, sauf les exceptions formellement stipulées au présent cahier des charges, aucune marchandise non dénommée puisse être soumise à une taxe supérieure à la 1re classe ou à la 1re série.

Les assimilations de classes pourront être provisoirement réglées par la Compagnie, mais elles seront soumises immédiatement à l'administration, qui prononcera définitivement.

Art. 45. — La Compagnie ne pourra être tenue au transport des objets dont les dimensions excéderaient celles du matériel, notamment les fagots ou les bourrées dont la longueur excéderait 2m,50, comme aussi à toute masse indivisible pesant plus de 4,000 kilogrammes.

Pour les objets de 2m,90 à 6 mètres de longueur, il sera payé un quart en sus du tarif; au-dessus de 6 mètres jusqu'à 9 mètres, moitié en plus.

Au-dessus de 9 mètres, il sera traité de gré à gré si la Compagnie se charge du transport; il en sera de même pour les masses individuelles pesant plus de 4,000 kilogrammes.

Dans le cas de marché de gré à gré, la Compagnie devra accorder, pendant trois mois au moins, les mêmes facilités à ceux qui en feront la demande; à défaut d'une entente amiable sur les prix, ces prix seront fixés par l'administration.

Art. 46. — Les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables :

1° Aux denrées et objets qui ne sont pas nommément énoncés dans le tarif et qui ne pèseraient pas 200 kilogrammes sous le volume d'un mètre cube;

2° Aux matières inflammables ou explosibles, aux animaux et objets dangereux, pour lesquels des règlements de police prescriraient des précautions spéciales;

3° A l'or et à l'argent, soit en lingots, soit monnayés ou travaillés, au plaqué d'or et d'argent, au mercure et au platine, ainsi qu'aux bijoux, dentelles, pierres précieuses, objets d'art et autres valeurs;

4° En général, à tous paquets, colis ou excédants de bagages, pesant isolément 40 kilogrammes et au-dessous.

Toutefois, les prix de transport déterminés au tarif sont applicables à tous paquets ou colis, quoique emballés à part, s'ils font partie d'envois pesant ensemble plus de 40 kilogrammes, d'objets envoyés par une même personne à une même personne. Il en sera de même pour les excédants de bagages qui pèseront ensemble ou isolément plus de 40 kilogrammes.

Le bénéfice de la disposition énoncée dans le paragraphe précédent, en ce qui concerne les paquets ou colis, ne peut être invoqué par les entrepreneurs de Messageries ou de roulage, et autres intermédiaires de transport, à moins que les articles par eux envoyés ne soient réunis en un seul colis.

Dans les cas ci-dessus spécifiés, les prix de transport seront arrêtés annuellement par l'administration, tant pour la grande que pour la petite vitesse, sur la proposition de la Compagnie.

En ce qui concerne les paquets ou colis mentionnés au paragraphe ci-dessus, les prix de transport devront être calculés de telle manière, qu'en aucun cas, un de ces paquets ou colis ne puisse payer un prix plus élevé qu'un article de même nature et pesant plus de 40 kilogrammes.

Art. 47. — Dans le cas où la Compagnie jugerait convenable, soit pour le parcours total, soit pour les parcours partiels de la voie de fer, d'abaisser avec ou sans condition, au-dessous des limites déterminées par le tarif, les taxes qu'elle est autorisée à percevoir, les taxes abaissées ne pourront être relevées qu'après un délai de trois mois au moins pour les voyageurs et d'un an pour les marchandises.

Toute modification de tarif proposée par la Compagnie sera annoncée un mois d'avance par des affiches.

La perception du tarif modifié ne pourra avoir lieu qu'avec l'homologation de l'administration supérieure.

La perception des taxes devra se faire indistinctement et sans aucune faveur.

Tout traité particulier qui aurait pour effet d'accorder à un ou plusieurs expéditeurs une réduction sur les tarifs approuvés, demeure formellement interdit. Toutefois, cette disposition n'est pas applicable aux traités qui pourront intervenir entre le gouvernement et la Compagnie et dans l'intérêt des services publics, ni aux réductions qui seront accordées par la Compagnie aux indigents.

En cas d'abaissement des tarifs, la réduction portera proportionnellement sur le péage et sur le transport.

Art. 48. — La Compagnie sera tenue d'effectuer constamment avec soin, exactitude et célérité, et sans tour de faveur, le transport des voyageurs, bestiaux, denrées et objets quelconques qui lui seront confiés.

Les colis, bestiaux et objets quelconques seront inscrits à la gare d'où ils partent et à la gare où ils arrivent, sur des registres spéciaux, au fur et à mesure de leur réception : mention sera faite sur les registres de la gare de départ du prix total dû pour leur transport.

Pour les marchandises ayant une même destination, les expéditions auront lieu suivant l'ordre de leur inscription à la gare de départ.

Toute expédition de marchandises sera constatée, si l'expéditeur le demande, par une lettre de voiture, dont un exemplaire restera aux mains de la Compagnie et l'autre aux mains de l'expéditeur. Dans le cas où l'expéditeur ne demanderait pas de lettre de voiture, la Compagnie sera tenue de lui délivrer un récépissé qui énoncera la nature et le poids du colis, le prix total du transport et le délai dans lequel ce transport devra être effectué.

Art. 49. — La Compagnie sera tenue de mettre les marchandises à la disposition du destinataire dans les vingt-quatre heures qui suivront leur enregistrement à la gare du départ.

L'administration supérieure déterminera, par des règlements spéciaux, les heures d'ouverture et de fermeture des gares et stations tant en hiver qu'en été, ainsi que les dispositions relatives aux denrées apportées par les trains de nuit et destinées à l'approvisionnement des villes.

Lorsque la marchandise devra passer d'une ligne sur une autre sans solution de continuité, les délais de livraison et d'expédition au point de jonction seront fixés par l'administration sur la proposition de la Compagnie.

Art. 50. — Il sera perçu 0 fr. 10 c. par expédition pour enregistrement.

Il sera perçu 1 fr. 25 par tonne pour manutention pour les marchandises transportées sans condition de tonnage des tarifs généraux. Toute marchandise adressée en gare, et qui ne sera pas retirée dans les quarante-huit heures de la mise à la poste de l'avis d'arrivée, payera 0 fr. 05 c. de droit de magasinage par jour et par chaque 100 kilogrammes,

toute fraction de 100 kilogrammes étant comptée pour ce poids. Le droit de magasinage par wagon complet sera de 5 fr. par jour et par wagon chargé dans le délai de vingt-quatre heures, à partir du commencement de l'opération.

Les tarifs spéciaux indiqués précédemment ne seront applicables pour la première et la deuxième série que pour les expéditions de 4,000 kilogrammes au minimum, en payant pour ce poids et pour la troisième série, pour les expéditions de 3,000 kilogrammes au minimum, ou payant pour ce poids.

Les frais de manutention seront de 1 fr. par tonne, mais ils ne seront pas perçus dans le cas où le chargement et le déchargement seraient faits par l'expéditeur ou le destinataire.

Art. 51. — A moins d'une autorisation spéciale de l'administration, il est interdit à la Compagnie, conformément à l'article 14 de la loi du 15 juillet 1845, de faire directement ou indirectement avec des entreprises de transport de voyageurs ou de marchandises par terre ou par eau, sous quelque dénomination ou forme que ce puisse être, des arrangements qui ne seraient pas consentis en faveur de toutes les entreprises desservant les mêmes voies de communication.

L'administration, agissant en vertu de l'article 25 ci-dessus, prescrira les mesures à prendre, pour assurer la plus complète égalité entre les diverses entreprises de transport, dans leurs rapports avec le chemin de fer.

Art. 52. — Les dispositions du présent titre ne seront appliquées en ce qui concerne soit le transport des marchandises, soit le transport des voyageurs, que dans le cas où le gouvernement aurait exigé de la Compagnie l'établissement d'un service public de marchandises ou de voyageurs, conformément aux dispositions du Décret de concession.

TITRE V. — Stipulations relatives a divers services publics.

Art. 53. — Les militaires ou marins voyageant en corps, aussi bien que les militaires ou marins voyageant isolément pour cause de service, envoyés en congé limité ou en permission, ou rentrant dans leurs foyers après libération, ne seront assujettis, eux et leurs bagages, qu'au quart de la taxe du tarif fixé par le présent cahier des charges.

Si le gouvernement avait besoin de diriger des troupes et un matériel militaire ou naval sur l'un des points desservis par le chemin de fer, la Compagnie serait tenue de mettre immédiatement à sa disposition, pour la moitié de la taxe du même tarif, tous les moyens de transport.

Art. 54. — Les fonctionnaires ou agents chargés de l'inspection, du contrôle et de la surveillance du chemin de fer, seront transportés gratuitement dans les voitures de la Compagnie.

La même faculté est accordée aux agents des contributions indirectes et des douanes, chargés de la surveillance des chemins de fer, dans l'intérêt de la perception de l'impôt.

Art. 55. — Le service des lettres et dépêches se fera comme il suit :

1° A chacun des trains de voyageurs et de marchandises circulant aux heures ordinaires de l'exploitation, la Compagnie sera tenue de réserver gratuitement un compartiment d'une voiture de voyageurs ou un espace équivalent pour recevoir les lettres, les dépêches, et les agents nécessaires au service des postes, le surplus de la voiture restant à la disposition de la Compagnie.

2° Si le volume des dépêches ou la nature du service rend insuffisante la capacité d'un compartiment à deux banquettes, de sorte qu'il y ait lieu de substituer une voiture spéciale aux wagons ordinaires, le transport de cette nature sera également gratuit. Lorsque la Compagnie voudra changer les heures de départ de ses convois ordinaires, elle sera tenue d'en aviser l'administration des postes quinze jours à l'avance.

3° Les employés chargés de la surveillance du service, les agents préposés à l'échange ou à l'entrepôt des dépêches, auront accès dans les gares et stations pour l'exécution de leur service, en se conformant aux règlements de police intérieure de la Compagnie.

Art. 56. — Le gouvernement se réserve la faculté de faire, le long des voies, toutes les

constructions, de poser tous les appareils nécessaires à l'établissement d'une ligne télégraphique, sans nuire au service du chemin de fer.

La Compagnie sera tenue de faire garder par ses agents les fils et appareils des lignes télégraphiques, de donner aux employés télégraphiques connaissance de tous les accidents qui pourraient survenir, et de leur en faire connaître les causes. En cas de rupture du fil télégraphique, les employés de la Compagnie auront à rattacher provisoirement les bouts séparés, d'après les instructions qui leur seront données à cet effet.

Dans le cas où les déplacements de fils, appareils ou poteaux deviendraient nécessaires par suite de travaux exécutés sur le chemin, ces déplacements auront lieu aux frais de la Compagnie, par les soins de l'administration des lignes télégraphiques.

La Compagnie pourra être autorisée, et, au besoin, requise par le gouvernement d'établir à ses frais les fils et appareils télégraphiques destinés à transmettre les signaux nécessaires pour la sûreté et la régularité de son exploitation.

Elle pourra, avec l'autorisation du ministre de l'intérieur, se servir des poteaux de la ligne télégraphique de l'État, lorsqu'une ligne de ce genre existera le long de la voie.

La Compagnie sera tenue de se soumettre à tous les règlements d'administration publique, concernant l'établissement et l'emploi de ces appareils, ainsi que l'organisation aux frais de la Compagnie du contrôle de ce service par les agents de l'État.

Art. 57. — Les dispositions des articles 53, 54, 55 et 56 ci-dessus ne seront appliquées que dans le cas où le gouvernement exigerait de la Compagnie l'établissement d'un service public de voyageurs, conformément aux dispositions du décret de concession.

Art. 58. — Les concessionnaires ne seront admis à réclamer aucune indemnité pour la partie de la voie établie sur la route départementale ou les chemins de grande communication, ni à raison des dommages que le roulage pourra occasionner à la voie ferrée, ni à ses dépendances, sauf le recours contre les particuliers qui les auront volontairement endommagés. Ils ne pourront, non plus, demander aucune indemnité à raison du trouble et des interruptions qui pourraient résulter, soit des mesures temporaires d'ordre et de police, soit des travaux exécutés sur la voie publique, tant par l'administration que par les tiers régulièrement autorisés, ni enfin pour une cause quelconque, résultant du libre usage de la voie publique.

TITRE VI. — Clauses et conditions diverses.

Art. 59. — Dans le cas où le gouvernement ordonnerait ou autoriserait la construction de routes nationales, départementales ou vicinales, de chemins de fer ou de canaux qui traverseraient la ligne, objet de la présente concession, la Compagnie ne pourra s'opposer à ces travaux; mais toutes les dispositions nécessaires seront prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle à la construction ou au service du chemin de fer, ni aucuns frais pour la Compagnie.

Art. 60. — Toute exécution ou autorisation ultérieure de route, de canal, de chemin de fer, de travaux de navigation dans la contrée où est situé le chemin de fer, objet de la présente concession, ou dans toute autre contrée voisine ou éloignée, ne pourra donner ouverture à aucune demande d'indemnité de la part de la Compagnie.

Art. 61. — Le gouvernement se réserve expressément le droit d'accorder de nouvelles concessions de chemins de fer, s'embranchant sur le chemin de fer qui fait l'objet du présent cahier des charges, ou qui seraient établis en prolongement du même chemin.

La Compagnie ne pourra mettre aucun obstacle à ces embranchements, ni réclamer à l'occasion de leur établissement aucune indemnité quelconque, pourvu qu'il n'en résulte aucun obstacle à la circulation, ni aucuns frais particuliers pour la Compagnie (1).

---

(1) Nous trouvons cette clause trop léonine : le fait de l'établissement préalable d'un premier chemin de fer par la Compagnie concessionnaire donne évidemment plus de facilités et d'avantages à la concurrence : il devrait être accordé, tout au moins aux premiers concessionnaires, un droit de préférence, à conditions égales, ou une indemnité relative, à étudier.

Les Compagnies concessionnaires de chemins de fer d'embranchement ou de prolongement, auront la faculté, moyennant les tarifs ci-dessus déterminés, et l'observation des règlements de police et de service, établis ou à établir, de faire circuler leurs voitures, wagons et machines sur le chemin de fer objet de la présente concession, pour lequel cette faculté sera réciproque à l'égard desdits embranchements et prolongements.

Dans le cas où les diverses Compagnies ne pourraient s'entendre entre elles sur l'exercice de cette faculté, le gouvernement statuerait sur les difficultés qui s'élèveraient entre elles à cet égard.

Dans le cas où une Compagnie d'embranchement ou de prolongement, joignant la ligne qui fait l'objet de la présente concession, n'userait pas de la faculté de circuler sur cette ligne, comme aussi dans le cas où la Compagnie concessionnaire de cette dernière ligne ne voudrait pas circuler sur les prolongements et embranchements, les Compagnies seraient tenues de s'arranger entre elles de manière que le service de transport ne soit jamais interrompu aux points de jonction des diverses lignes.

Celle des Compagnies qui se servira d'un matériel qui ne soit pas sa propriété payera une indemnité en rapport avec l'usage et la détérioration de ce matériel. Dans le cas où les Compagnies ne se mettraient pas d'accord sur la quotité de l'indemnité ou sur les moyens d'assurer la continuation du service sur toute la ligne, le gouvernement y pourvoirait d'office, et prescrirait toutes les mesures nécessaires (1).

La Compagnie pourra être assujettie par les décrets qui seront ultérieurement rendus pour l'exploitation des chemins de fer de prolongement et d'embranchement, joignant celui qui lui est concédé, à accorder aux Compagnies de ces chemins une réduction de péage, ainsi calculée :

1° Si le prolongement ou l'embranchement n'a pas plus de 100 kilomètres, dix pour cent (10 0/0) du prix perçu par la Compagnie ;

2° Si le prolongement ou l'embranchement excède 100 kilomètres, quinze pour cent (15 0/0) ;

3° Si le prolongement ou l'embranchement excède 200 kilomètres, vingt pour cent (20 0/0).

La Compagnie sera tenue, si l'administration le juge convenable, de partager l'usage des stations établies à l'origine des chemins de fer de l'embranchement avec les Compagnies qui deviendraient ultérieurement concessionnaires desdits chemins.

En cas de difficultés entre les Compagnies pour l'application de cette clause, il sera statué par le Gouvernement.

Art. 62. — La Compagnie sera tenue de s'entendre avec tout propriétaire de mines ou d'usines qui, offrant de se soumettre aux conditions prescrites ci-après, demanderait un embranchement; à défaut d'accord, le Gouvernement statuera sur la demande, la Compagnie entendue.

Les embranchements seront construits aux frais des propriétaires de mines et d'usines, et de manière qu'il ne résulte de leur établissement aucune entrave à la circulation générale, aucune cause d'avarie pour le matériel, ni aucuns frais particuliers pour la Compagnie.

Leur entretien devra être fait avec soin et aux frais de leurs propriétaires et sous le contrôle de l'Administration.

L'Administration pourra, à toutes époques, prescrire les modifications qui seraient jugées utiles dans la soudure, le tracé ou l'établissement de la voie desdits embranchements, et les changements seront opérés aux frais des propriétaires.

L'Administration pourra même, après avoir entendu les propriétaires, ordonner l'enlèvement temporaire des aiguilles de soudure dans le cas où les établissements embranchés viendraient à suspendre, en tout ou en partie, leurs transports.

Art. 63. — La contribution foncière sera établie en raison de la surface des terrains

(1) Même observation que ci-dessus.

occupés par le chemin de fer et ses dépendances en dehors des superficies empruntées à la route départementale n° 31 et au chemin de grande communication n° 96.

La cote de cette contribution sera calculée comme pour les canaux, conformément à la loi du 25 avril 1803.

Les bâtiments et magasins dépendant de l'Exploitation du chemin de fer seront assimilés aux propriétés bâties de la localité. Toutes les contributions auxquelles ces édifices pourront être soumis seront, aussi bien que la contribution foncière, à la charge de la Compagnie.

Art. 64. — Les agents et gardes que la Compagnie établira, soit pour la perception des droits, soit pour la surveillance et la police du chemin de fer et de ses dépendances, pourront être assermentés et seront, dans ce cas, assimilés aux gardes-champêtres.

Art. 65. — Le chemin de fer sera placé sous la surveillance de l'Administration.

Art. 66. — Les frais de visite, de surveillance et de réception des travaux, et les frais de contrôle de l'exploitation, seront supportés par la Compagnie.

Afin de pourvoir à ces frais, la Compagnie sera tenue de verser chaque année, à la caisse centrale du Trésor public, une somme de trente francs par chaque kilomètre de chemin de fer concédé.

Dans lesdites sommes n'est pas comprise celle qui sera déterminée en exécution de l'article 56 ci-dessus pour frais de contrôle du service télégraphique de la Compagnie par les agents de l'État.

Si la Compagnie ne verse pas les sommes ci-dessus réglées aux époques qui auront été fixées, le Préfet rendra un rôle exécutoire et le montant en sera recouvré comme en matière de contributions publiques.

Art. 67. — La Compagnie devra faire élection de domicile à Lagny.

Dans le cas où elle ne l'aurait pas fait, toute modification ou signification à elle adressée sera valable lorsqu'elle sera faite au Secrétariat général de la Préfecture de Seine-et-Marne.

Art. 68. — La somme de onze mille francs que la Compagnie doit verser, antérieurement à tout travail, dans la caisse du trésorier payeur général, pour l'acquisition des terrains nécessaires à l'élargissement de la route départementale n° 31, est considérée comme formant le cautionnement de l'entreprise.

Art. 69. — Les contestations qui s'élèveraient entre la Compagnie et l'Administration au sujet de l'exécution et de l'interprétation des clauses du présent Cahier des charges, seront jugées administrativement par le Conseil de préfecture du département de Seine-et-Marne, sauf recours au Conseil d'État.

Art. 70. — Le présent Cahier des charges ne sera passible que du droit fixe de un franc.

Présenté par l'Ingénieur en chef soussigné.
Melun, le 23 septembre 1871.
Signé : MARX.

Accepté par les Entrepreneurs soussignés :
Par MM. CORNU, BURDIN, VINCENT et Cie,
Signé : BURDIN.

Ce Cahier des charges a été délibéré et adopté par la Commission provisoire chargée de remplacer le Conseil d'État, dans sa séance du 30 novembre 1871.

Le Président de la Commission,
FERDINAND DE JOUVENCEL.

Le Maître des requêtes, Rapporteur,
LÉVEILLÉ.

Le Secrétaire-général,
CAILLE.

Approuvé :
Le Ministre des Travaux publics,
DE LARCY.

Certifié conforme au Cahier des charges annexé au décret en date du 27 décembre 1871.
Enregistré sous le n° 357.

Le Secrétaire-général,
DE BOUREUILLE.

Pour copie conforme :
L'ingénieur en chef.
Signé : MARX.

Document n° 2.

CHEMIN DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

D'ORANGE A NYONS

Départements de Vaucluse et de la Drôme.

PROJET DE CAHIER DES CHARGES.

TITRE Ier. — TRACÉ ET CONSTRUCTION.

Art. 1er. — *Plan.* — La longueur totale de la ligne est de 38 kilomètres 900 mètres. Elle part du Pont sur l'Eygues, près d'Orange, où elle se raccorde par une courbe de 500 mètres de rayon au chemin de fer de Lyon à la Méditerranée.

En suivant toujours la rive droite de l'Eygues, le tracé passe par ou près *Sérignan, Camaret, Sainte-Cécile, Cairanne, Tulette, Saint-Romain, Saint-Maurice, Villedieu, Vinsobres, Mirabel,* et aboutit à *Nyons,* chef-lieu d'arrondissement du département de la Drôme.

Le rayon des courbes est de 500 mètres.

La Compagnie s'engage, en tout cas, à ne pas adopter de rayon inférieur à un minimum de 300 mètres.

Un alignement droit de 40 mètres devra toujours être réservé entre deux courbes successives de sens inverse.

Art. 2. — *Profil en long.* — La pente de la ligne est, en quelque sorte, uniforme, et très-faible, suivant constamment le cours de la rivière. Elle est, en augmentant graduellement depuis Orange jusqu'à Nyons, de $0^m,0025 + 0^m,0043 + 0^m,0054 + 0^m,0061 + 0^m,0069$. C'est-à-dire que le minimum de pente ne dépasse pas 7 millimètres par mètre. La Compagnie s'engage, en tout cas, à rester au-dessous de la pente maximum de $0^m,025$, admise pour les lignes d'intérêt local.

Art. 3. — *Profils en travers.* — La ligne et les ouvrages d'art seront établis à une seule voie de $1^m,50$, d'axe en axe des rails, avec rails dont le poids ne descendra pas au-dessous d'un minimum de $16^k,50$ par mètre, système Vignolles (types des chemins de fer de l'Aveyron). Les rails seront posés sur traverses ou longrines, suivant la convenance des localités, changements, croisements ou gares d'évitement.

Art. 4. — *Terrassements et digues.* — La ligne sera établie, en grande partie, sur une digue continue de 3 mètres de largeur en couronne, et partie en terre-plein, suivant les nécessités locales et la défense contre les inondations.

La société concessionnaire traitera, à ce sujet, avec les syndicats, les communes ou les propriétaires des digues existantes, et les exécutera pour leur compte dans les points où elles resteront à établir.

Art. 5. — *Ouvrages d'art.* — Comme ouvrages d'art, il y aura un pont-rail de 15 mètres de débouché, deux ponts de 10 mètres, un pont de 5 mètres, six aqueducs sous la voie, trois ponceaux, quinze dalots, divers passages à niveau, etc., qui seront exécutés en fer et bois, ou en pierres et maçonnerie, suivant les localités.

Art. 6. — *Gares et stations.* — Les gares ou stations d'évitement sont au nombre total de sept, savoir :

1° Orange (embranchement) ;
2° Sérignan-Camaret ;
3° Sainte-Cécile-Cairanne ;
4° Tulette-Saint-Romain ;
5° Saint-Maurice-Villedieu ;
6° Vinsobres-Mirabel ;
7° Nyons (arrivée).

Art. 7. — *Matériel fixe.* — Chaque station sera munie des changements de voie, croisements, disques, signaux, plaques tournantes, grues, etc., qu'il y aura lieu d'y établir pour les besoins du service.

Art. 8. — *Matériel roulant.* — Le matériel roulant consistera en 4 locomotives de 15 à 20 tonnes, 10 wagons mixtes (système américain), 8 wagons à marchandises, 4 wagons à houille de 10 tonnes, 10 trucs à marchandises, 3 fourgons à bagages ; il sera développé au fur et à mesure des besoins du service.

Art. 9. — *Télégraphe.* — Un télégraphe de service à un seul fil sera établi sur toute la longueur de la ligne. Il pourra aussi servir aux dépêches privées. Dans ce cas, on pourra établir un second fil ou plusieurs, que la Société exploitera à son compte ou recédera à l'administration, s'il y a lieu.

Art. 10. — *Chemins déviés ou interrompus.* — La Compagnie sera tenue de rétablir les communications interrompues par le chemin de fer ; elle le fera, soit au moyen de passages à niveau, soit par des raccordements parallèles à la voie.

Art. 11. — *Cours d'eau traversés.* — Tous les cours d'eau existants devront également conserver leur libre écoulement, soit à travers la digue, au moyen de digues en retour, soit par des déviations latérales.

Art. 12. — *Approbation des plans et projets.* — Avant de commencer l'exécution matérielle des travaux, les plans, types et projets d'exécution seront soumis au préalable à l'administration départementale, qui vérifiera leur conformité aux clauses et conditions du présent cahier des charges.

TITRE II. — DÉLAIS ET MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX.

Art. 13. — Les travaux devront être commencés dans un délai de six mois après l'homologation de l'acte de concession du chemin de fer.

Art. 14. — Ils devront être conduits avec activité et terminés dans un délai maximum de deux ans et six mois après ladite homologation.

Art. 15. — Tous les matériaux employés devront être de bonne qualité, et les ouvrages d'art, bâtiments, matériel fixe et matériel roulant, exécutés conformément aux règles de l'art.

TITRE III. — PRIX DES TRAVAUX, SUBVENTIONS ET CONDITIONS FINANCIÈRES.

Art. 16. — La Société exécutera les travaux sans subvention du département ni de l'État. Eu égard à cette condition plus avantageuse pour le Trésor public, il lui sera accordé, pour l'établissement et l'exploitation du chemin de fer, toutes les facilités et diminutions de charges compatibles avec la stabilité des ouvrages et la sécurité ou le confortable du public. Les concessionnaires traiteront de gré à gré avec les propriétaires, les syndicats ou les communes, pour se charger à leur compte de l'établissement des digues ou travaux de défense qui pourront être à la fois utiles aux localités et à la construction du chemin de fer.

Art. 17. — L'entreprise du chemin de fer étant déclarée d'utilité publique, les concessionnaires se réservent la faculté d'établir la voie en pleine terre, à une distance variable des berges de l'Eygues, et à l'abri des inondations, dans le cas où les communes ou les syndicats ne pourraient pas leur donner un concours matériel pour l'exécution des digues, qui seront d'un prix plus élevé que la voie ordinaire à niveau.

Art. 18. — La dépense totale pour la ligne sur digues est évaluée, par les concessionnaires, à la somme de trois millions huit cent mille francs.

Ce chiffre n'est indiqué ici qu'à titre de renseignement, la Société se chargeant d'exécuter tous les travaux à son compte, et les subventions que pourront demander les com-

munes ou les syndicats ne leur étant accordées qu'au point de vue de la défense contre les inondations.

Art. 19. — La Société sera constituée sous la forme civile, en participation.

Elle émettra des parts d'intérêt et des obligations, s'il y a lieu.

TITRE IV. — EXPLOITATION ET ENTRETIEN.

Art. 20. — Pour tout ce qui concerne l'exploitation et l'entretien de la ligne ou de ses dépendances, la Compagnie sera soumise au contrôle et à la surveillance de l'administration. Elle sera tenue de se conformer, pour la disposition du matériel, ainsi que pour le régime de l'exploitation, à tous les arrêtés et règlements qui régissent la matière.

Art. 21. — La Compagnie soumettra d'ailleurs également à l'administration départementale les règlements généraux qu'elle établira pour le service et l'exploitation du chemin de fer.

Art. 22. — Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état.

Art. 23. — La Société concessionnaire sera tenue d'établir à ses frais, aux principaux passages à niveau, des gardiens pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie, et celle de la circulation ordinaire sur les routes ou chemins traversés.

TITRE V. — DURÉE DE LA CONCESSION, DÉCHÉANCE.

Art. 24. — La durée de la concession est fixée à quatre-vingt-dix-neuf ans (99 ans). Elle commencera à partir de l'expiration du délai fixé pour l'achèvement des travaux.

Art. 25. — A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, le département sera subrogé à tous les droits de la Compagnie sur le chemin de fer et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous ses produits.

Art. 26. — La Compagnie lui remettra en bon état d'entretien le chemin de fer et les immeubles qui en dépendent. En ce qui concerne les objets mobiliers, tels que le matériel roulant, les meubles, agencements ou matériel des gares et stations, l'outillage des ateliers, etc., le département les reprendra sur estimation faite à dires d'experts, si mieux n'aime la Compagnie les conserver ou en disposer autrement.

Art. 27. — En ce qui concerne les approvisionnements, tels que charbons, huiles, graisses, bois, imprimés, papeterie, etc., le département ne sera tenu de reprendre que les approvisionnements correspondant à une période de six mois d'exploitation.

Art. 28. — Si la Compagnie n'a pas commencé les travaux ou présenté les projets dans les délais fixés par les articles 13 et 14, elle devra justifier des causes de force majeure ou autres qui l'en auront empêchée, et suivant les cas, la concession pourra être retirée, ou il sera accordé une prorogation de délais.

TITRE VI. — TARIFS ET CONDITIONS RELATIVES AU TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES.

Art. 29. — Pour indemniser la Compagnie des travaux et dépenses qu'elle s'engage à faire par le présent cahier des charges, elle percevra, pendant toute la durée de la concession, et sauf modifications à autoriser par le département, sur sa demande, les droits de péage, prix de transport, dont les maxima sont ci-après déterminés :

TARIF	PRIX PAR KILOMÈTRE.		
	Transport.	Impôts et peages.	TOTAL.
GRANDE VITESSE.	fr.	fr.	fr.
1° Voyageurs de 1re classe	0.15	0.015	0.155
2° — de 2e classe	0.10	0.010	0.110
3° — de 3e classe	0.06	0.006	0.066
4° Enfants : 1° les enfants tenus sur les genoux et âgés de moins de 3 ans ne payeront rien.			
5° — 2° les enfants de 3 à 7 ans payeront demi-place.			
6° — 3° les enfants de 7 ans et au-dessus payeront place entière.			
7° Les chiens transportés dans les trains de voyageurs payeront	0.015	0.002	0.017
La perception ne pourra être en aucun cas inférieure à 0 fr. 30 c.			
8° Marchandises de 1re classe : paquets, échantillons d'un poids inférieur à 30 kilogrammes payeront (compartiments réservés)	0.010	0.002	0.012
9° Marchandises de 2e classe : excédants de bagages, provisions, huîtres, poissons frais, meubles, objets divers, d'un poids de 1 à 500 kilogrammes, par 50 kilos entiers	0.005	0.001	0.006
10° *Marchandises à grande vitesse* d'un poids supérieur à 500 kilogrammes, payeront, par 500 kilogrammes entiers	0.050	0.010	0.060
11° Cercueils	0.50	0.10	0.60
12° Voitures des pompes funèbres	1.00	0.50	1.50
13° Voitures de maître à 2 roues	1.10	0.60	1.70
14° Voitures à 4 roues	1.50	0.75	2.25
15° Le service de la poste aura droit au transport des lettres, dépêches et imprimés, moyennant un tarif spécial à fixer avec approbation du Préfet.			
PETITE VITESSE.			
16° *Marchandises de 1re catégorie.* — Spiritueux, huiles, bois de menuiserie, teintures, produits chimiques, œufs, viande, gibier, sucre, café, épiceries, drogueries, tissus, soies, denrées coloniales, olives, fruits divers, produits manufacturés divers, armes, etc	0.16	0.032	0.192
17° *Marchandises de 2e catégorie.* — Vins, vinaigres, bières, boissons, levure, blés, graines, farines, légumes, riz, maïs, châtaignes, denrées alimentaires non dénommées ci-dessus, charbon de bois, bois à brûler, perches, chevrons, planches, madriers, bois de construction, fers, fontes, tôles, aciers, cuivres, plombs, métaux divers, chaux et plâtres, sels en gros, etc	0.15	0.030	0.180
18° *Marchandises de 3e catégorie.* — Cokes, briques, tuiles, ardoises, marbres en blocs, pierres à chaux et à plâtre, etc	0.10	0.02	0.12
19° *Marchandises de 4e catégorie.* — Houilles, lignites, pierres de taille, moellons, meulières, minerais de fer ou de métaux divers, argiles, terres, marnes, cendres, fumiers, engrais, amendements, ballast et pierres cassées, sables, etc	0.08	0.016	0.096
20° Animaux : bœufs, vaches, taureaux, chevaux, ânes, mulets, etc	0.10	0.02	0.12
21° Veaux et porcs, etc	0.04	0.008	0.048
22° Moutons et chèvres, etc	0.02	0.004	0.024
Si les animaux, sur la demande des expéditeurs, sont expédiés par la *grande vitesse*, le prix des transports sera doublé.			
23° Wagons entiers ou chariots chargés, portant de 3 à 5 tonnes	0.25	0.05	0.30
24° Wagon entier ou chariot de 5 à 10 tonnes	0.40	0.08	0.48
25° Lorsque deux ou plusieurs wagons seront couplés pour transporter des marchandises encombrantes, telles que bois de construction, fers, pièces de pont ou de charpente, châssis, etc., par wagons complets, chaque wagon payera isolément pour sa charge proportionnelle.			
TRANSPORTS SPÉCIAUX.			
26° Les transports de militaires, de marins ou de prisonniers auront lieu à prix réduit ou gratuitement, suivant les conditions établies pour la ligne de Lyon à la Méditerranée.			

Art. 30. — Le tarif ci-dessus pourra être modifié en augmentation ou diminution, sur la proposition de la Compagnie concessionnaire, sauf l'autorisation de l'administration départementale et à charge par elle de maintenir pendant une période d'un an au moins les modifications approuvées.

Art. 31. — Il sera loisible à la Compagnie de réduire ses tarifs à telle limite inférieure

qu'il lui conviendra, pour chaque article, sauf à en informer régulièrement l'administration, et à en donner connaissance au public par des affiches et avis spéciaux.

TITRE VII. — CLAUSES ET CONDITIONS GÉNÉRALES.

Art. 32. — Le département se réserve le droit d'établir dans la vallée de l'Eygues ou dans les vallons affluents, toutes les voies de communication ordinaires qui relèvent du service de l'État ou du service vicinal.

Art. 33. — Aucune autre concession de chemin de fer, canal de navigation ou voie de communication à grande vitesse, pouvant faire concurrence au chemin de fer de Nyons à Orange, ne pourra être accordée pendant la durée de la concession, dans la vallée de l'Eygues ou dans les vallons ou terrains circonvoisins.

Art. 34. — Dans le cas où des embranchements ou prolongations seraient utiles à établir, la Compagnie du chemin de fer se réserve le droit de les établir aux mêmes conditions stipulées par le présent cahier des charges, et préférence lui sera donnée à conditions égales sur toute autre Compagnie ou concessionnaire.

Art. 35. — La Société concessionnaire devra faire élection de domicile légal à Orange ou à Nyons, indépendamment de son siége social établi provisoirement à Paris, rue de Provence, n° 63.

Art. 36. — En cas de contestations qui s'élèveraient entre la Compagnie concessionnaire et l'administration, les municipalités ou les syndicats, au sujet de l'exécution ou de l'interprétation des clauses du présent cahier des charges, les litiges seront jugés en premier ressort par le conseil de préfecture de chacun des départements intéressés.

Art. 37. — Le présent cahier des charges et la convention y annexée seront enregistrés et ne seront passibles, chacun en particulier, que du droit fixé de un franc.

Document n° 3.

ACTE DE CONCESSION DES TRAMWAYS
DE LA VILLE DE BRUXELLES.

Entre la Ville de Bruxelles, représentée par M. Jules Anspach, Bourguemestre, assisté de M. Adolphe Lacomblé, Secrétaire communal, agissant au nom du Collége, et en exécution de la délibération du Conseil en date du 26 octobre 1868, d'une part,

Et le S[r] William Morris, particulier, domicilié à Londres, Jenzy et à Blackheat, dans le Comté de Kent, d'autre part,

Il a été conclu la présente convention :

La concession accordée à MM. Frédéric-Ernest Kyts et Thibaut Morel pour la construction d'un Chemin de fer Américain, le 16 novembre 1866, est tranférée au S[r] Morris, pour le terme de quatre-vingt-dix ans, aux clauses et conditions du cahier des charges de cette concession, sauf les modifications suivantes auxquelles il s'oblige à se conformer :

1° Le prix maximum à réclamer des voyageurs par tête et par kilomètre, pendant toute la durée de la concession, ne pourra dépasser 10 centimes pour la première classe et 9 centimes pour la seconde classe.

Toutefois ce prix, quelle que soit la distance parcourue, ne devra pas être inférieur à 12 centimes pour la première classe et 10 centimes pour la seconde classe ;

2° Les voitures seront conformes au modèle annexé au présent contrat ;

3° Les travaux seront achevés comme suit :

La première section, s'étendant du bois de la Cambre à la place Louise, le 1[er] Mai 1869 ; la deuxième section, de la place Louise à la place des Palais, le 15 mai 1869 ; la troisième section, de la place des Palais à l'ancienne porte de Scharbeck, le 1[er] juin 1869.

4° Le service commencera, en été, au plus tard, à 8 heures du matin, et finira, au plus tôt, à 10 heures du soir; en hiver il commencera, au plus tard, à 9 heures du matin, et finira, au plus tôt, à 9 heures du soir.

Les prix pourront être doublés après dix heures du soir.

5° La taxe annuelle sera de 75 francs par voiture pendant les cinq premières années; à l'expiration de cette période, la taxe pourra être successivement augmentée de 25 francs chaque année jusqu'à 250 francs.

Le quart de cette taxe sera dû pour les voitures supplémentaires que le concessionnaire fera circuler dans les circonstances exceptionnelles, sans dépasser le nombre de 25 jours par année.

Si ce nombre est dépassé, la taxe entière est exigible.

Pour les voitures du service ordinaire, la taxe sera exigible pour toute l'année, du 1er janvier au 31 décembre, quelle que soit l'époque de leur mise en circulation. Elle sera payée par anticipation et ne pourra donner lieu à aucune restitution, même si le nombre des voitures subissait une diminution.

Fait double à Bruxelles, le 12 novembre 1868.

Signé J. Anspach, A. Lacomblé, Morris.

Enregistré à Bruxelles le 12 novembre 1868, volume 17, folio 45, recto, case 2. Reçu en principal et additionnels, deux francs vingt centimes.

Le Receveur,
Signé Lefebvre.

Document n° 4.

DÉCRET DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE

L'ÉTABLISSEMENT

d'un Chemin de fer d'intérêt local de Barbezieux à Châteauneuf

(*Charente*).

Du 15 Mai 1869.

NAPOLÉON, etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'État ou département de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics;

Vu l'avant-projet présenté pour l'établissement d'un chemin de fer d'intérêt local de Barbezieux à Châteauneuf;

Vu le dossier de l'enquête d'utilité publique à laquelle cet avant-projet a été soumis dans le département de la Charente, et notamment le procès-verbal de la Commission d'enquête, en date du 8 juin 1868;

Vu les délibérations, en date des 29 août 1868 et 12 janvier 1869, par lesquelles le Conseil général de la Charente a autorisé l'établissement dudit chemin de fer et approuvé le traité passé, le 13 août 1868, pour sa construction et son exploitation, entre le Préfet et une Compagnie locale;

Vu ledit traité, ainsi que le cahier des charges y annexé;

Vu l'avis du Conseil général des ponts et chaussées, du 19 octobre 1868;

Vu la lettre de notre Ministre secrétaire d'État au département de l'Intérieur, du 5 avril suivant;

Vu la loi du 3 mai 1841, sur l'expropriation pour cause d'utilité publique;

Vu la loi du 12 juillet 1865, sur les chemins de fer d'intérêt local;

Vu le sénatus-consulte du 25 décembre 1852 (article 4);

Notre Conseil d'État entendu,

Avons décrété et décrétons ce qui suit :

Art. 1er. Est déclaré d'utilité publique l'établissement d'un chemin de fer de Barbezieux à ou près de la station de Châteauneuf, sur la ligne des Charentes.

2. Le département de la Charente est autorisé à pourvoir à l'exécution de ce chemin, comme chemin de fer d'intérêt local, suivant les dispositions de la loi du 12 juillet 1865 et conformément aux conditions des traité et cahier des charges susvisés.

Des copies certifiées de ces traité et cahier des charges resteront annexées au présent décret.

3. Il est alloué au département de la Charente, sur les fonds du Trésor, par application de l'article 5 de la loi précitée, une subvention de quatre cent trente-cinq mille francs (435,000 fr.).

Cette subvention sera versée en six termes semestriels égaux, dont le premier sera payé le 15 janvier 1871.

Le département devra justifier, avant le payement de chaque terme, d'une dépense en travaux, approvisionnements et acquisitions de terrains triple de la somme à recevoir.

Le dernier terme ne sera payé qu'après l'achèvement complet des travaux.

4. Nos Ministres secrétaires d'État aux départements de l'Intérieur et de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au Bulletin des lois.

Fait au palais des Tuileries, le 15 mai 1869.

Signé NAPOLÉON.

Par l'Empereur :

Le Ministre secrétaire d'État au département de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics,

Signé E. Gressier.

Document n° 5.

CONVENTION ENTRE LE DÉPARTEMENT DE LA CHARENTE ET LA COMPAGNIE DE BARBEZIEUX.

L'an mil huit cent soixante-huit, le treize du mois d'août.

Entre le Préfet du département de la Charente, agissant au nom du département, et sous réserve de l'approbation du Conseil général et de la déclaration d'utilité publique et d'autorisation d'exécution par l'Empereur, d'une part;

Et la Compagnie anonyme du Chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, dont le siége est à Barbezieux, représentée par :

MM. *Mathieu-Bodet* (*Pierre*), membre du Conseil général de la Charente, demeurant à Paris, rue de Sèze, n° 4;
Gaschet (*Jean*), maire de la ville de Barbezieux et y demeurant;
Vacquier (*Léopold*), propriétaire, et demeurant à Barbezieux;
Thomeret (*Théophile*), rentier, et demeurant à Barbezieux;
Martell (*Édouard*), négociant, et demeurant à Cognac,

Tous les cinq administrateurs de ladite Société, d'autre part,

Il a été convenu ce qui suit :

Art. 1er. Le Préfet du département de la Charente concède à la susdite Société du chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, qui l'accepte, et aux clauses et conditions du cahier des charges ci-annexé, le chemin de fer d'intérêt local de Barbezieux à Châteauneuf.

2. De son côté, ladite Société s'engage à construire et exploiter ledit chemin, qui fait l'objet de la présente convention, en se conformant, pour la construction et l'exploitation dudit chemin, aux clauses et conditions du cahier des charges ci-dessus mentionné, et ce, dans un délai de deux ans et demi, à partir de la date du décret déclaratif d'utilité publique des travaux.

3. Le Préfet du département de la Charente s'engage, au nom de ce même département, à payer à la Compagnie concessionnaire, à titre de subvention pour l'exécution dudit chemin de fer, une somme de douze cent quatre-vingt-deux mille quatre cent vingt-trois francs, qui sera versée comme suit :

1° Par le département, une subvention de..................	800.000 fr.
2° Par la commune de Barbezieux........................	25.000
3° Par la commune de Barrêt............................	2.400
4° Par la commune de Ladiville.........................	500
5° Par la commune de Saint-Hyllaire....................	1.200
6° Par la commune de Challignac........................	500
7° Par la commune de Saint-Aulais......................	500
8° Par la commune de Vignolles.........................	500
9° Par la commune de Lagarde-sur-le-Né.................	300
10° Par la commune de Saint-Bonnet.....................	2.000
11° Par la commune d'Angeduc...........................	100
12° Par la commune de Montchaude.......................	1.500
13° Par la commune de Saint-Médard.....................	1.000
14° Par la commune de Saint-Palais-du-Né...............	1.000
15° Par la commune de Salles-de-Barbezieux.............	849
16° Par la commune de Berneuil.........................	500
17° Par la commune de Brie-sous-Barbezieux.............	200
18° Par la commune de Guimps...........................	1.000
19° Par la commune de Reignac..........................	2.000
20° Par la commune du Tâtre............................	500
21° Par la commune de Condéon..........................	1.000
22° Par la commune de Saint-Estèphe....................	100
23° Par la commune de Châteauneuf......................	10.000
24° Par la commune de Malaville........................	800
25° Par la commune de Saint-Même.......................	500
26° Par la commune de Viville..........................	1.000
27° Par l'État...	427.474
	1,282.423

suivant les échéances qui seront déterminées par le Gouvernement.

La partie de la subvention à fournir par le département et par les communes sera payée au fur et à mesure de l'avancement des travaux (à moins que des termes différents n'aient été stipulés dans les délibérations des communes), sur des états de situation dressés tous les trois mois par la Compagnie concessionnaire, vérifiés et approuvés par l'Administration départementale, et dans les limites des annuités qui seront fixées par la délibération du Conseil général.

4. Il sera retenu, à titre de garantie, un dixième sur les versements, lequel dixième formera le cautionnement, qui ne sera remboursable qu'à l'époque de la livraison de la ligne à l'exploitation (article 57 du cahier des charges).

5. Dans le cas où l'État n'accorderait pas au département ladite subvention de quatre cent vingt-sept mille quatre cent soixante-quatorze francs dont il est parlé à l'article 3, la présente convention sera résiliée de plein droit à l'égard des deux parties.

Fait double à Angoulême, les jour, mois et an que dessus.

Approuvé l'écriture :
Le Préfet de la Charente,
Signé O. PÉCONNET.

Les Administrateurs de la Compagnie,
Signé MATHIEU-BODET, GASCHET, VACQUIER, THOMMERET, MARTELL.

Document n° 6.

CAHIER DES CHARGES

Du Chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf.

TITRE Ier. — TRACÉ ET CONSTRUCTION.

Art. 1er. Le chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf partira de Barbezieux en un point qui sera ultérieurement déterminé par l'Administration, passera par ou près Viville, Malaville et Éraville, et se raccordera à la ligne des Charentes à ou près Châteauneuf.

2. Les travaux devront être commencés dans un délai de six mois au plus, à partir du décret déclaratif d'utilité publique ; ils seront terminés dans un délai de deux ans et demi, à partir de la même date, de manière que le chemin soit praticable et exploité sur toute sa longueur à l'expiration de ce dernier délai.

3. Aucun travail ne pourra être entrepris, pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances, qu'avec l'autorisation préfectorale.

A cet effet, les projets de tous les travaux à exécuter seront dressés en double expédition et soumis à l'approbation du Préfet, qui prescrira, s'il y a lieu, d'y introduire telles modifications que de droit; l'une de ces expéditions sera remise à la Compagnie avec le visa du Préfet, l'autre demeurera entre les mains de l'Administration.

Ces projets comprendront notamment :

Un plan général à l'échelle de un dix-millième; un profil en long et les profils en travers types; des plans de détails à l'échelle de un millième, indiquant notamment les emplacements et les dispositions des stations et de leurs abords, les ouvrages projetés à la rencontre des cours d'eau et des voies de communication; les dessins des types d'ouvrages d'art et des bâtiments à exécuter; une notice explicative dans laquelle les dispositions essentielles des projets seront justifiées.

Avant comme pendant l'exécution, la Compagnie aura la faculté de proposer aux projets approuvés les modifications qu'elle jugerait utiles; mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation du Préfet.

4. Le concessionnaire pourra prendre copie de tous les plans, nivellements et devis qui pourraient avoir été antérieurement dressés aux frais de l'État ou du département.

5. Les terrains seront acquis et les travaux seront exécutés pour une seule voie, sauf dans les stations ou autres points où il serait nécessaire d'établir plusieurs voies.

6. La largeur de la voie entre les bords intérieurs des rails, devra être de un mètre quarante-quatre à un mètre quarante-cinq centimètres.

Dans les parties à deux voies, la largeur de l'entrevoie, mesurée entre les bords des rails, sera de deux mètres au minimum.

La largeur des accotements, c'est-à-dire des parties comprises de chaque côté entre le bord extérieur du rail et l'arête supérieure du ballast, sera de soixante-quinze centimètres au moins.

Dans les parties en remblai, on ménagera au pied de chaque talus du ballast une banquette de cinquante centimètres de largeur. Cette disposition est obligatoire en déblai comme en remblai.

La Compagnie établira le long du chemin de fer les fossés et rigoles nécessaires pour l'assèchement de la voie et l'écoulement des eaux.

7. Les alignements seront raccordés entre eux par des courbes dont le rayon ne pourra être inférieur à deux cent cinquante mètres (250m,00).

Une partie droite de quarante mètres au moins de longueur devra être ménagée entre deux courbes consécutives, lorsqu'elles seront dirigées en sens contraire. Une partie horizontale de cent mètres au moins sera interposée entre deux fortes déclivités consécutives, lorsque ces déclivités se succéderont en sens contraire, et de manière à verser leurs eaux au même point.

Le maximum de l'inclinaison des pentes et rampes est fixé à vingt-cinq millimètres (0m,025).

8. Lorsque le chemin de fer devra passer au-dessus ou au-dessous des routes ou autres chemins publics, les dimensions, les ouvertures des viaducs et les largeurs entre les parapets seront fixées par le Préfet, en tenant compte des circonstances locales, et les dimensions minima seront les mêmes que sur le chemin de fer des Charentes.

9. Les souterrains à établir pour le passage du chemin de fer pourront n'avoir que quatre mètres cinquante centimètres (4m,50) de largeur entre les pieds-droits au niveau des rails, et quatre mètres quatre-vingts centimètres (4m,80) de hauteur verticale au-dessus de la surface des rails.

10. Dans le cas où des routes ou autres chemins publics ou privés seraient traversés à niveau par le chemin de fer, les rails devront être posés sans saillie ni dépression sensibles sur la surface de ces routes et chemins, de telle sorte qu'il n'en résulte aucune gêne pour la circulation des voitures.

Le croisement à niveau du chemin de fer et des routes ou chemins pourra s'effectuer sous un angle de quarante-cinq degrés (45°). Les passages à niveau les plus fréquentés seront munis de barrières toutes les fois que l'utilité en sera reconnue par l'administration.

11. Les bâtiments destinés aux voyageurs pourront consister en des hangars-abris fermés de trois côtés seulement et munis de banquettes.

Le nombre, l'emplacement et l'étendue des stations de voyageurs et des gares de marchandises seront déterminés par le préfet, sur les propositions de la compagnie, après une enquête spéciale.

La compagnie pourra, moyennant l'autorisation préfectorale, établir entre les stations de simples haltes ou arrêts sans aucun aménagement particulier, aux points où cela lui paraîtra utile.

12. L'administration pourra obliger le concessionnaire à poser des clôtures sur les parties du chemin où elle le jugera utile.

Lorsqu'il y aura lieu de modifier l'emplacement ou le profil des routes existantes, l'inclinaison des pentes ou rampes sur les routes modifiées ne pourra excéder trois centimètres (0m,03) pour les routes impériales, et cinq centimètres (0m,05) pour les chemins vicinaux et pour les routes départementales.

L'administration restera libre, toutefois, d'apprécier les circonstances qui pourraient motiver une dérogation à cette clause, comme à celle qui est relative à l'angle de croisement des passages à niveau.

13. La compagnie sera tenue de rétablir à ses frais l'écoulement de toutes les eaux dont le cours serait arrêté, suspendu ou modifié par ses travaux, et de prendre les mesures nécessaires pour prévenir l'insalubrité pouvant résulter des chambres d'emprunt.

Les viaducs à construire à la rencontre des rivières, des canaux et des cours d'eau quelconques, auront au moins quatre mètres (4m,00) de largeur entre les parapets. La hauteur de ces parapets sera de quatre-vingts centimètres.

Quant au débouché des viaducs et ponts, il sera déterminé, dans chaque cas particulier, par le préfet, suivant les circonstances locales.

14. A la rencontre des cours d'eau flottables ou navigables, le concessionnaire sera tenu de prendre toutes les mesures et de payer tous les frais nécessaires pour que le service de la navigation ou du flottage n'éprouve ni interruption ni entrave pendant l'exécution des travaux.

A la rencontre des routes impériales ou départementales et des autres chemins publics, il sera construit des chemins et ponts provisoires, par les soins et aux frais de la compagnie, partout où cela sera jugé nécessaire pour que la circulation n'éprouve ni interruption ni gêne.

Avant que les communications existantes puissent être interceptées, une reconnaissance sera faite par les ingénieurs de la localité, à l'effet de constater si les ouvrages provisoires présentent une solidité suffisante et s'ils peuvent assurer le service de la circulation.

Un délai sera fixé par l'administration pour l'exécution des travaux définitifs destinés à rétablir les communications interceptées.

15. Le concessionnaire n'emploiera, dans l'exécution des ouvrages, que des matériaux de bonne qualité ; il sera tenu de se conformer aux règles de l'art, de manière à obtenir une construction parfaitement solide.

Tous les aqueducs, ponceaux, ponts et viaducs à construire à la rencontre des divers cours d'eau et des chemins publics ou particuliers, seront en maçonnerie ou en fer; cependant, pour les aqueducs dont l'ouverture ne dépassera pas soixante-dix centimètres ($0^m,70$), des châssis en bois pourront être admis par l'administration.

16. Le poids des rails sera au moins de trente kilogrammes par mètre courant sur la voie de circulation, que ces rails soient posés sur traverses ou sur longuerines.

17. Tous les terrains nécessaires pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances, pour la déviation des voies de communication et des cours d'eau, et, en général, pour l'exécution des travaux, quels qu'ils soient, auxquels cet établissement pourra donner lieu, seront achetés et payés par le concessionnaire.

Les indemnités pour occupations temporaires ou pour détériorations de terrains, pour chômage, modifications ou destructions d'usines, et pour tous dommages quelconques résultant des travaux, seront supportées et payées par la compagnie.

18. L'entreprise étant d'utilité publique, la compagnie est investie, pour l'exécution des travaux dépendant de sa concession, de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'administration en matière de travaux publics, soit pour l'acquisition des terrains par voie d'expropriation, soit pour l'extraction, le transport et le dépôt des terres, matériaux, etc., et elle demeure en même temps soumise à toutes les obligations qui dérivent, pour l'administration, de ces lois et règlements.

19. Si la ligne du chemin de fer traverse un sol déjà concédé pour l'exploitation d'une mine, l'administration déterminera les mesures à prendre pour que l'établissement du chemin de fer ne nuise pas à l'exploitation de la mine, et réciproquement, pour que, le cas échéant, l'exploitation de la mine ne compromette pas l'existence du chemin de fer.

Les travaux de consolidation à faire dans l'intérieur de la mine, à raison de la traversée du chemin de fer, et tous les dommages causés par cette traversée aux concessionnaires de la mine, seront à la charge du concessionnaire.

19 *bis*. Si le chemin de fer doit s'étendre sur des terrains renfermant des carrières ou les traverser souterrainement, il ne pourra être livré à la circulation avant que les excavations qui pourraient en compromettre la solidité aient été remblayées ou consolidées. L'administration déterminera la nature et l'étendue des travaux qu'il conviendra d'entreprendre à cet effet, et qui seront d'ailleurs exécutés par les soins et aux frais de la compagnie concessionnaire.

20. Pour l'exécution des travaux, la compagnie se soumettra aux décisions ministérielles concernant l'interdiction du travail les dimanches et jours fériés.

21. La compagnie exécutera les travaux par des moyens et des agents à son choix, mais en restant soumise au contrôle et à la surveillance de l'administration départementale.

Ce contrôle et cette surveillance auront pour objet d'empêcher la compagnie de s'écarter des dispositions prescrites par le présent cahier des charges et de celles qui résulteront des projets approuvés.

22. A mesure que les travaux seront terminés sur des parties de chemin de fer susceptibles d'être livrées utilement à la circulation, il sera procédé, sur la demande du concessionnaire, à la reconnaissance et, s'il y a lieu, à la réception provisoire de ces travaux par un ou plusieurs commissaires que le préfet désignera.

Sur le vu du procès-verbal de cette reconnaissance, le préfet autorisera, s'il y a lieu, la mise en exploitation des parties dont il s'agit; après cette autorisation, la compagnie pourra mettre lesdites parties en service et y percevoir les taxes ci-après déterminées.

Toutefois, ces réceptions partielles ne deviendront définitives que par la réception générale et définitive du chemin de fer.

23. Après l'achèvement total des travaux, et dans le délai qui sera fixé par l'administration, la compagnie fera faire, à frais communs avec le département, un bornage contradictoire et un plan cadastral du chemin de fer et de ses dépendances.

Elle fera dresser également à frais communs avec le département, et contradictoirement avec l'administration, un état descriptif de tous les ouvrages d'art qui auront été exécutés; ledit état accompagné d'un atlas contenant les dessins cotés de tous lesdits ouvrages.

Une expédition dûment certifiée des procès-verbaux de bornage, du plan cadastral, de l'état descriptif et de l'atlas sera dressée à frais communs avec le département et déposée dans les archives de la préfecture.

Les terrains acquis par la compagnie postérieurement au bornage général, en vue de satisfaire aux besoins de l'exploitation, et qui, par cela même, deviendront partie intégrante du chemin de fer, donneront lieu, au fur et à mesure de leur acquisition, à des bornages supplémentaires et seront ajoutés sur le plan cadastral; addition sera également faite sur l'atlas de tous les ouvrages d'art exécutés postérieurement à sa rédaction.

TITRE II. — ENTRETIEN ET EXPLOITATION.

24. Le chemin de fer et ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Les frais d'entretien et ceux auxquels donneront lieu les réparations ordinaires et extraordinaires seront entièrement à la charge de la Compagnie.

Si le chemin de fer, une fois achevé, n'est pas constamment entretenu en bon état, il y sera pourvu d'office à la diligence de l'administration préfectorale et aux frais de la Compagnie, sans préjudice, s'il y a lieu, de l'application des dispositions indiquées ci-après dans l'article 33.

25. La Compagnie sera tenue d'établir à ses frais, partout où besoin sera, des gardiens en nombre suffisant pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie et celle de la circulation ordinaire sur les points où le chemin de fer sera traversé à niveau par des routes ou chemins et où des barrières seront jugées indispensables.

26. La Compagnie sera autorisée à employer soit des machines locomotives-tenders, soit des machines locomotives avec tenders séparés, construites d'ailleurs sur les meilleurs modèles; elles devront satisfaire à toutes les conditions prescrites ou à prescrire par l'administration pour la mise en service de ce genre de machines.

Les voitures de voyageurs seront suspendues sur ressorts et garnies de banquettes. Il y en aura de trois classes au moins; toutefois, la première classe sera facultative pour la Compagnie.

Les voitures de première classe seront couvertes, garnies et fermées à glaces ou à vitres et munies de rideaux; celles de deuxième classe seront couvertes, fermées à glaces ou à vitres, munies de rideaux, et auront des banquettes rembourrées; celles de troisième classe seront couvertes, fermées à vitres, et auront des banquettes à dossier.

La Compagnie sera autorisée à établir des impériales couvertes.

L'intérieur de chacun des compartiments de toute classe contiendra l'indication du nombre de places de ce compartiment.

Toutes les parties du matériel roulant seront de bonne et solide construction; la Compagnie sera tenue, pour la mise en service de ce matériel, de se soumettre à tous les règlements sur la matière.

27. Des règlements arrêtés par le préfet, après que la Compagnie aura été entendue, détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour assurer la police et l'exploitation du chemin de fer, ainsi que la conservation des ouvrages qui en dépendent.

Toutes les dépenses qu'entraînera l'exécution des mesures prescrites en vertu de ces règlements, seront à la charge de la Compagnie.

La Compagnie sera tenue de soumettre à l'approbation du préfet les règlements généraux relatifs au service et à l'exploitation du chemin de fer.

Le préfet déterminera, sur la proposition de la Compagnie, le minimum et le maximum

de vitesse des convois de voyageurs et de marchandises, ainsi que la durée du trajet et le nombre des trains qui devront être établis pour le service journalier de la ligne.

28. Pour tout ce qui concerne l'entretien et les réparations du chemin de fer et de ses dépendances, l'entretien du matériel et le service de l'exploitation, la Compagnie sera soumise au contrôle et à la surveillance de l'administration.

Outre la surveillance ordinaire, l'administration déléguera, aussi souvent qu'elle le jugera utile, un ou plusieurs commissaires pour reconnaître et constater l'état du chemin de fer, de ses dépendances et du matériel.

Toutefois, les mesures de contrôle et de surveillance seront adoucies autant que possible, de manière à faire jouir l'exploitation de toutes les libertés et facilités compatibles avec la sécurité publique.

TITRE III. — DURÉE, RACHAT ET DÉCHÉANCE DE LA CONCESSION.

29. La durée de la concession pour la ligne mentionnée à l'article 1er du présent cahier des charges sera de quatre-vingt-dix-neuf ans (99 ans).

Elle commencera à courir à l'expiration du délai fixé pour l'achèvement des travaux par l'article 2 du cahier des charges.

30. A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, et par le seul fait de cette expiration, le département sera subrogé à tous les droits de la Compagnie sur le chemin de fer et ses dépendances, et il entrera immédiatement en jouissance de tous leurs produits.

La Compagnie sera tenue de lui remettre en bon état d'entretien le chemin de fer et tous les immeubles qui en dépendent, quelle qu'en soit l'origine, tels que bâtiments des gares et stations, les remises, ateliers et dépôts, les maisons de gardes, etc. Il en sera de même de tous les objets immobiliers dépendant également dudit chemin de fer, tels que barrières et clôtures, les voies, changements de voies, plaques tournantes, réservoirs d'eau, grues hydrauliques, machines fixes, etc.

Dans les cinq dernières années qui précéderont le terme de la concession, le département aura le droit de saisir les revenus du chemin de fer et de ses dépendances, si la Compagnie ne se mettait pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation.

En ce qui concerne les objets mobiliers, tels que matériel roulant, les matériaux, combustibles et approvisionnements de tous genres, le mobilier des stations, l'outillage des ateliers et des gares, le département sera tenu, si la compagnie le requiert, de reprendre tous ces objets sur l'estimation qui en sera faite à dire d'experts, et réciproquement, si le département le requiert, la Compagnie sera tenue de les céder de la même manière.

Toutefois, le département ne pourra être tenu de reprendre que les approvisionnements nécessaires à l'exploitation du chemin pendant six mois.

31. A toute époque après l'expiration des quinze premières années de l'exploitation, le département aura la faculté de racheter la concession entière du chemin de fer.

Pour régler le prix du rachat, on relèvera les produits annuels nets obtenus par la Compagnie pendant les sept années qui auront précédé celle où le rachat sera effectué; on en déduira les produits nets des deux plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen des cinq autres années.

Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité qui sera due et payée à la Compagnie pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour terme de comparaison.

La Compagnie recevra, en outre, dans les trois mois qui suivront le rachat, les remboursements auxquels elle aurait droit à l'expiration de la concession, selon l'article 30 ci-dessus.

32. Faute par la Compagnie d'avoir terminé les travaux dans le délai fixé par l'article 2, faute aussi par elle d'avoir rempli les diverses obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, elle encourra la déchéance, et il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements contractés par la Compagnie, au moyen d'une adjudication que l'on ouvrira sur une mise à prix des

ouvrages exécutés, des matériaux approvisionnés et des parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation.

Les soumissions pourront être inférieures à la mise à prix.

La nouvelle Compagnie sera soumise aux clauses du présent cahier des charges, et la Compagnie évincée recevra le prix que la nouvelle adjudication aura fixé.

Le cautionnement dont il est parlé à l'article 37 deviendra la propriété du département.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée sur les mêmes bases, après un délai de trois mois ; si cette seconde tentative reste également sans résultat, la Compagnie sera définitivement déchue de tous droits, et alors les ouvrages exécutés, les matériaux approvisionnés et les parties du chemin de fer déjà livrées à l'exploitation appartiendront au département.

33. Si l'exploitation du chemin de fer vient à être interrompue en totalité ou en partie, le préfet prendra immédiatement, aux frais et risques de la Compagnie, les mesures nécessaires pour assurer provisoirement le service.

Si, dans les trois mois de l'organisation du service provisoire, la Compagnie n'a pas valablement justifié qu'elle est en état de reprendre et de continuer l'exploitation, et si elle ne l'a pas effectivement reprise, la déchéance pourra être prononcée par le préfet, en conseil de préfecture, sauf recours au Conseil d'Etat ; la Compagnie sera déchue de tous droits, et il sera procédé à une adjudication, comme il est dit à l'article précédent.

34. Les dispositions des trois articles qui précèdent cesseraient d'être applicables, et la déchéance ne serait pas encourue, dans le cas où la Compagnie n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

TITRE IV. — SUBVENTIONS, TAXES ET CONDITIONS RELATIVES AU TRANSPORT DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES.

35. En sus des subventions accordées par l'État, par le département et les communes à la Compagnie concessionnaire par le traité en date de ce jour, et pour l'indemniser des travaux et dépenses qu'elle s'engage à faire par le présent cahier des charges, et sous la condition expresse qu'elle en remplira toutes les obligations, le département lui accorde l'autorisation de percevoir, pendant toute la durée de la concession, les droits de péage et les prix de transport ci-après déterminés :

TARIF		PRIX		
1° PAR TÊTE ET PAR KILOMÈTRE.		de péage.	de transport.	TOTAUX
Grande vitesse.		fr.	fr.	fr.
Voyageurs.	Voitures couvertes, garnies et fermées à glaces ou à vitres (1re classe)	0.067	0.033	0.10
	Voitures couvertes, fermées à glaces ou à vitres avec banquettes rembourrées, avec ou sans impériale (2e classe)	0.055	0.025	0.08
	Voitures couvertes, fermées à vitres, avec bauquettes à dossier (3e classe)	0.042	0.018	0.06
Enfants.	Au-dessous de trois ans, les enfants ne payeront rien, à la condition d'être portés sur les genoux des personnes qui les accompagnent.			
	De trois à sept ans, ils payeront demi-place et ont droit à une place distincte ; toutefois, dans un même compartiment, deux enfants ne pourront occuper que la place d'un voyageur.			
	Au-dessus de sept ans, ils payent place entière.			
Chiens transportés dans les trains de voyageurs (Sans que la perception puisse être inférieure à 0 fr. 30.)		0.010	0.005	0.015
Petite vitesse.				
Bœufs, vaches, taureaux, chevaux, mulets, bêtes de trait		0.07	0.03	0.10
Veaux et porcs		0.025	0.015	0.04
Moutons, agneaux, brebis et chèvres		0.01	0.01	0.02
Lorsque les animaux ci-dessus dénommés seront, sur la demande des expéditeurs, transportés à la vitesse des trains de voyageurs, les prix seront doublés.				

	PRIX de péage.	PRIX de transport.	PRIX TOTAUX.
2° PAR TONNE ET PAR KILOMÈTRE.			
Marchandises transportées à grande vitesse.	fr.	fr.	fr.
Huitres. — Poissons frais. — Denrées. — Excédants de bagages et marchandises de toute classe transportées à la vitesse des trains de voyageurs....	0.30	0.20	0.50
Marchandises transportées à petite vitesse.			
1re *classe.* — Spiritueux. — Huiles. — Bois de menuiserie, de teinture et autres bois exotiques. — Produits chimiques non dénommés. — Œufs. — Viande fraiche. — Gibier. — Sucre. — Café. — Drogues. — Épiceries. — Tissus. — Denrées coloniales. — Objets manufacturés. — Armes....	0.09	0.07	0.16
2e *classe.* — Blés. — Grains. — Farines. — Légumes farineux. — Riz, maïs, châtaignes et autres denrées alimentaires non dénommées. — Chaux et plâtre. — Charbon de bois. — Bois à brûler, dit *de corde.* — Perches. — Chevrons. — Planches. — Madriers. — Bois de charpente. — Marbres en bloc. — Albâtre. — Bitume. — Cotons. — Laines. — Vins. — Vinaigres. — Boissons. — Bières. — Levure sèche. — Coke. — Fers. — Cuivre. — Plomb et autres métaux, ouvrés ou non. — Fontes moulées....	0.08	0.06	0.14
3e *classe.* — Pierres de taille et produits de carrières. — Minerais autres que le minerai de fer. — Fonte brute. — Sel. — Moellons. — Meulières. — Argiles. — Briques. — Ardoises....	0.06	0.04	0.10
4e *classe.* — Houille. — Marne. — Cendres. — Fumiers et engrais. — Pierres à chaux et à plâtre. — Pavés et matériaux pour la construction et pour la réparation des routes. — Minerais de fer. — Cailloux et sables....	0.45	0.35	0.08
3° VOITURES ET MATÉRIEL ROULANT TRANSPORTÉS A PETITE VITESSE.			
Par pièce et par kilomètre.			
Wagon ou chariot pouvant porter de trois à six tonnes....	0.15	0.10	0.25
Wagon ou chariot pouvant porter plus de six tonnes....	0.20	0.10	0.30
Locomotive pesant de douze à dix-huit tonnes (ne traînant pas de convoi)....	2.25	1.50	3.75
Locomotive pesant plus de dix-huit tonnes (ne traînant pas de convoi).	3.00	1.50	4.50
Tender de sept à dix tonnes....	1.35	0.90	2.25
Tender de plus de dix tonnes....	2.00	1.00	3.00
Les machines locomotives seront considérées comme ne traînant pas de convoi, lorsque le convoi remorqué, soit de voyageurs, soit de marchandises, ne comportera pas un péage au moins égal à celui qui serait perçu sur la locomotive avec son tender marchant sans rien traîner.			
Le prix à payer pour un wagon chargé ne pourra jamais être inférieur à celui qui serait dû pour un wagon marchant à vide.			
Voitures à deux ou quatre roues, à un fond et à une seule banquette dans l'intérieur....	0.18	0.14	0.32
Voitures à quatre roues, à deux fonds et à deux banquettes dans l'intérieur, omnibus, diligence, etc....	0.25	0.15	0.40
Lorsque, sur la demande des expéditeurs, les transports auront lieu à la vitesse des trains de voyageurs, les prix ci-dessus seront doublés.			
Dans ce cas, deux personnes pourront, sans supplément de prix, voyager dans les voitures à une banquette, et trois dans les voitures à deux banquettes, omnibus et diligences, etc.; les voyageurs excédant ce nombre payeront le prix des places de deuxième classe.			
Voitures de déménagement à deux ou à quatre roues....	0.20	0.10	0.30
Ces voitures, lorsqu'elles seront chargées, payeront en sus, par tonne de chargement et par kilomètre....	0.10	0.08	0.18
4° SERVICE DES POMPES FUNÈBRES ET TRANSPORT DE CERCUEILS.			
Grande vitesse.			
Une voiture des pompes funèbres renfermant un ou plusieurs cercueils sera transportée aux mêmes prix et conditions qu'une voiture à quatre roues, à deux fonds et à deux banquettes....	0.36	0.28	0.64
Chaque cercueil confié à l'administration du chemin de fer sera transporté, dans un compartiment isolé, au prix de....	0.18	0.12	0.30

Les prix ci-dessus déterminés pour les transports à grande vitesse ne comprennent pas l'impôt dû à l'Etat.

Il est expressément entendu que les prix de transports ne seront dus à la compagnie qu'autant qu'elle effectuerait elle-même ces transports à ses frais et par ses propres moyens; dans le cas contraire, elle n'aura droit qu'aux prix fixés pour le péage.

La perception aura lieu d'après le nombre de kilomètres parcourus. Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Si la distance parcourue est inférieure à six kilomètres, elle sera comptée pour six kilomètres.

Le poids de la tonne métrique est de mille kilogrammes.

Les fractions de poids ne seront comptées, tant pour la grande que pour la petite vitesse, que par centième de tonne ou par dix kilogrammes.

Ainsi, tout poids compris entre zéro et dix kilogrammes payera comme dix kilogrammes; entre dix et vingt kilogrammes, comme vingt kilogrammes, etc.

Toutefois, pour les excédants de bagages et marchandises à grande vitesse, les coupures seront établies :

1° De zéro à cinq kilogrammes;

2° Au-dessus de cinq jusqu'à dix kilogrammes;

3° Au-dessus de dix kilogrammes, par fraction indivisible de dix kilogrammes.

Quelle que soit la distance parcourue, le prix d'une expédition quelconque, soit en grande, soit en petite vitesse, ne pourra être moindre de quarante centimes.

36. La compagnie aura la faculté de faire délivrer des billets de voyageurs par les conducteurs de trains en mouvement, sous la réserve d'appliquer le système de contrôle qui lui paraîtra le plus avantageux.

37. A moins d'une autorisation spéciale et révocable de l'administration ou de circonstances de force majeure, tout train régulier de voyageurs devra contenir des voitures de toute classe en nombre suffisant pour toutes les personnes qui se présenteraient dans les bureaux du chemin de fer.

Dans chaque train, la compagnie aura la faculté de placer des voitures à compartiments spéciaux pour lesquels il sera établi des prix particuliers, que l'administration fixera sur la proposition de la compagnie; mais le nombre des places à donner dans ces compartiments ne pourra dépasser le cinquième du nombre total des places du train.

38. Tout voyageur dont le bagage ne pèsera pas plus de trente kilogrammes n'aura à payer, pour le port de ce bagage, aucun supplément du prix de sa place.

Cette franchise ne s'appliquera pas aux enfants transportés gratuitement, et elle sera réduite à vingt kilogrammes pour les enfants transportés à moitié prix.

39. Les animaux, denrées, marchandises, effets et autres objets non désignés dans le tarif sont rangés, pour les droits à percevoir, dans les classes avec lesquelles ils auront le plus d'analogie, sans que jamais, sauf les exceptions formulées aux articles 40 et 41 ci-après, aucune marchandise non dénommée puisse être soumise à une taxe supérieure à celle de la première classe du tarif ci-dessus.

Les assimilations de classes pourront être provisoirement réglées par la compagnie; mais elles seront soumises immédiatement à l'administration, qui prononcera définitivement.

40. Les droits de péage et les prix de transport déterminés aux tarifs ne sont point applicables à toute masse indivisible pesant plus de trois mille kilogrammes (3,000k).

Néanmoins, la compagnie ne pourra se refuser à transporter les masses indivisibles pesant de trois à cinq mille kilogrammes; mais les droits de péage et les prix de transport seront augmentés de moitié.

La compagnie ne pourra être contrainte à transporter les masses pesant plus de cinq mille kilogrammes (5,000k).

Si, nonobstant la disposition qui précède, la compagnie transporte des masses indivisi-

bles pesant plus de cinq mille kilogrammes, elle devra, pendant trois mois au moins, accorder les mêmes facilités à tous ceux qui en feront la demande.

Dans ce cas, les prix de transport seront fixés par l'administration, sur la proposition de la compagnie.

41. Les prix de transport déterminés au tarif ne sont point applicables :

1° Aux denrées et objets qui ne sont pas nommément énoncés dans le tarif et qui ne pèseraient pas deux cents kilogrammes sous le volume d'un mètre cube ;

2° Aux matières inflammables et explosibles, aux animaux et objets dangereux pour lesquels des règlements de police prescriraient des précautions spéciales ;

3° Aux animaux dont la valeur déclarée excéderait cinq mille francs ;

4° A l'or et à l'argent, soit en lingots, soit monnayés ou travaillés, au plaqué d'or ou d'argent, au mercure et au platine, ainsi qu'aux bijoux, dentelles, pierres précieuses, objets d'art et autres valeurs ;

5° En général, à tous paquets, colis ou excédants de bagages pesant isolément quarante kilogrammes et au-dessous.

Toutefois, les prix de transport déterminés au tarif sont applicables à tous paquets ou colis, quoique emballés à part, s'ils font partie d'envois pesant ensemble plus de quarante kilogrammes d'objets envoyés par une même personne à une même personne.

Il en sera de même pour les excédants de bagages qui pèseraient ensemble ou isolément plus de quarante kilogrammes.

Le bénéfice de la disposition énoncée dans le paragraphe précédent, en ce qui concerne les paquets ou colis, ne peut être invoqué par les entrepreneurs de messageries et de roulage et autres intermédiaires de transport, à moins que les articles par eux envoyés ne soient réunis en un seul colis.

Dans les cinq cas ci-dessus spécifiés, les prix de transport seront arrêtés annuellement par l'administration, tant pour la grande que pour la petite vitesse, sur la proposition de la compagnie.

En ce qui concerne les paquets ou colis mentionnés au paragraphe 5 ci-dessus, les prix de transport devront être calculés de telle manière qu'en aucun cas un de ces paquets ou colis ne puisse payer un prix plus élevé qu'un article de même nature pesant plus de quarante kilogrammes.

42. Dans les cas où la compagnie jugerait convenable, soit pour le parcours total, soit pour le parcours partiel de la voie de fer, d'abaisser, avec ou sans conditions, au-dessous des limites déterminées par le tarif les taxes qu'elle est autorisée à percevoir, les taxes abaissées ne pourront être relevées qu'après un délai de trois mois au moins pour les voyageurs et de six mois pour les marchandises.

Toute modification de tarif proposée par la compagnie sera annoncée un mois d'avance par des affiches.

La perception des tarifs modifiés ne pourra avoir lieu qu'avec l'homologation du préfet, conformément aux dispositions de la loi du 12 juillet 1865.

La perception des taxes devra se faire indistinctement et sans aucune faveur.

Tout traité particulier qui aurait pour effet d'accorder à un ou plusieurs expéditeurs une réduction sur les tarifs approuvés demeure formellement interdit.

Toutefois, cette disposition n'est pas applicable aux traités qui pourraient intervenir entre le Gouvernement et la compagnie, dans l'intérêt des services publics, ni aux réductions ou remises qui seraient accordées par la compagnie aux indigents.

En cas d'abaissement des tarifs, la réduction portera proportionnellement sur le péage et sur le transport.

43. La compagnie sera tenue d'effectuer constamment avec soin, exactitude et célérité, et sans tour de faveur, le transport des voyageurs, bestiaux, denrées, marchandises et objets quelconques qui lui seront confiés.

Les colis, bestiaux et objets quelconques seront inscrits, à la gare d'où ils partent et à la gare où ils arrivent, sur des registres spéciaux, au fur et à mesure de leur réception ;

mention sera faite, sur les registres de la gare du départ, du prix total dû pour leur transport.

Pour les marchandises ayant une même destination, les expéditions auront lieu suivant l'ordre de leur inscription à la gare de départ.

Toute expédition de marchandises sera constatée, si l'expéditeur le demande, par une lettre de voiture dont un exemplaire restera dans les mains de la compagnie et l'autre aux mains de l'expéditeur.

Dans le cas où l'expéditeur ne demanderait pas de lettre de voiture, la compagnie sera tenue de lui délivrer un récépissé qui énoncera la nature et le poids du colis, le prix total du transport et le délai dans lequel ce transport devra être effectué.

44. Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques seront expédiés et livrés de gare en gare dans les délais résultant des conditions ci-après exprimées :

1° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques à grande vitesse seront expédiés par le premier train de voyageurs comprenant des voitures de toute classe et correspondant avec leur destination, pourvu qu'ils aient été présentés à l'enregistrement trois heures avant le départ de ce train.

Ils seront mis à la disposition des destinataires, à la gare, dans un délai de deux heures après l'arrivée du même train.

2° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques à petite vitesse, seront expédiés dans le jour qui suivra celui de la remise ; toutefois, l'administration pourra étendre ce délai à deux jours.

Le maximum de durée du trajet sera fixé par l'administration, sur la proposition de la Compagnie, sans que ce maximum puisse excéder vingt-quatre heures par fraction indivisible de cent vingt-cinq kilomètres.

Les colis seront mis à la disposition du destinataire, à la gare, dans le jour qui suivra celui de leur arrivée en gare.

Le délai total résultant des trois paragraphes ci-dessus, sera seul obligatoire pour la Compagnie.

Il pourra être établi un tarif réduit, approuvé par le préfet, pour tout expéditeur qui acceptera des délais plus longs que ceux déterminés ci-dessus pour la petite vitesse.

L'administration déterminera, par des règlements spéciaux, les heures d'ouverture et de fermeture des gares et stations tant en hiver qu'en été.

Le service de nuit n'est pas obligatoire pour la Compagnie.

Lorsque la marchandise devra passer d'une ligne sur une autre sans solution de continuité, les délais de livraison et d'expédition au point de jonction seront fixés par l'administration, sur la proposition de la Compagnie.

45. Les frais accessoires non mentionnés dans les tarifs, tels que ceux d'enregistrement, de déchargement et de magasinage dans les gares et magasins du chemin de fer, seront fixés annuellement par l'administration, sur la proposition de la Compagnie.

Dans certaines gares, la Compagnie pourra ne pas être obligée à faire les chargements et déchargements ; cette autorisation sera donnée par le préfet, sur la proposition de la Compagnie.

46. La Compagnie sera tenue de faire, soit par elle-même, soit par un intermédiaire dont elle répondra, le factage et le camionnage pour les remises au domicile des destinataires de toutes les marchandises qui lui sont confiées.

Le factage et le camionnage ne seront point obligatoires en dehors du rayon de l'octroi, non plus que pour les gares qui desserviraient, soit une population agglomérée de moins de cinq mille habitants, soit un centre de population de cinq mille habitants situé à plus de cinq kilomètres de la gare du chemin de fer.

Les tarifs à percevoir seront fixés par l'administration, sur la proposition de la Compagnie. Ils seront applicables à tout le monde sans distinction.

Toutefois, les expéditeurs et destinataires resteront libres de faire eux-mêmes et à leurs frais le factage et le camionnage des marchandises.

47. A moins d'une autorisation spéciale de l'administration, il est interdit à la Compagnie, conformément à l'article 14 de la loi du 15 juillet 1845, de faire directement ou indirectement, avec des entreprises de transport de voyageurs ou de marchandises par terre ou par eau, sous quelque dénomination ou forme que ce puisse être, des arrangements qui ne seraient pas consentis en faveur de toutes les entreprises desservant les mêmes voies de communication.

TITRE V. — STIPULATIONS RELATIVES A DIVERS SERVICES PUBLICS.

48. Les militaires ou marins voyageant en corps, aussi bien que les militaires ou marins voyageant isolément pour cause de service, envoyés en congé limité ou en permission, ou rentrant dans leurs foyers après libération, ne seront assujettis, eux, leurs chevaux et leurs bagages, qu'à la moitié de la taxe du tarif fixé par le présent cahier des charges.

Si le Gouvernement avait besoin de diriger des troupes et un matériel militaire ou naval sur l'un des points desservis par le chemin de fer, la Compagnie serait tenue de mettre immédiatement à sa disposition, pour la moitié de la taxe du même tarif, tous ses moyens de transport.

49. Les fonctionnaires ou agents chargés de l'inspection, du contrôle et de la surveillance du chemin de fer seront transportés gratuitement dans les voitures de la Compagnie.

La même faculté est accordée aux agents des contributions indirectes et des douanes chargés de la surveillance des chemins de fer dans l'intérêt de la perception de l'impôt.

50. Le service des lettres et dépêches sera fait comme il suit :

1° A chacun des trains de voyageurs et de marchandises circulant aux heures ordinaires de l'exploitation, la Compagnie sera tenue de réserver gratuitement un compartiment spécial d'une voiture de deuxième classe, ou un espace équivalent, pour recevoir les lettres, les dépêches et les agents nécessaires au service des postes, le surplus de la voiture restant à la disposition de la Compagnie.

Si le volume des dépêches ou la nature du service rend insuffisante la capacité du compartiment à deux banquettes, de sorte qu'il y ait lieu d'en occuper un deuxième, la Compagnie sera tenue de le livrer, et il sera payé à la Compagnie, pour la location de ce deuxième compartiment, vingt centimes par kilomètre parcouru.

2° Lorsque la Compagnie voudra changer les heures de départ de ses convois ordinaires, elle sera tenue d'en avertir l'administration des postes quinze jours à l'avance.

3° La Compagnie sera tenue de transporter gratuitement, par tous les convois de voyageurs, tout agent des postes chargé d'une mission ou d'un service accidentel et porteur d'un ordre de service régulier délivré à Paris par le directeur général des postes. Il sera accordé à l'agent des postes en mission une place de voiture de deuxième classe, ou de première classe, si le convoi ne comporte pas de voitures de deuxième classe.

4° L'administration se réserve le droit d'établir à ses frais, sans indemnité, mais aussi sans responsabilité pour la Compagnie, tous poteaux ou appareils nécessaires à l'échange des dépêches sans arrêt de train, à la condition que ces appareils, par leur nature ou leur position, n'apportent pas d'entraves aux différents services de la ligne et des stations.

5° Les employés chargés de la surveillance du service, les agents préposés à l'échange ou à l'entrepôt des dépêches, auront accès dans les gares ou stations pour l'exécution de leur service, en se conformant aux règlements de police intérieure de la Compagnie.

51. La Compagnie sera tenue, à toute réquisition, de faire partir par convoi ordinaire les wagons ou voitures cellulaires employés au transport des prévenus, accusés ou condamnés.

Les wagons et les voitures employés au service dont il s'agit seront construits aux frais de l'État ou des départements ; leurs formes et dimensions seront déterminées de concert par le ministre de l'intérieur et par le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, la Compagnie entendue.

Les employés de l'administration, les gardiens et les prisonniers placés dans les wagons ou voitures cellulaires, ne seront assujettis qu'à la moitié de la taxe applicable aux places de troisième classe, telle qu'elle est fixée par le présent cahier des charges.

Les gendarmes placés dans les mêmes voitures ne payeront que moitié de la même taxe.

Le transport des wagons et des voitures sera gratuit.

Dans le cas où l'administration voudrait, pour le transport des prisonniers, faire usage des voitures de la Compagnie, celle-ci serait tenue de mettre à sa disposition un ou plusieurs compartiments spéciaux de voiture de deuxième classe à deux banquettes. Le prix de location en sera fixé à raison de vingt centimes ($0^f,20^c$) par compartiment et par kilomètre.

Les dispositions qui précèdent seront applicables au transport des jeunes délinquants recueillis par l'administration pour être transférés dans les établissements d'éducation.

52. Le Gouvernement se réserve la faculté de faire, le long des voies, toutes les constructions, de poser tous les appareils nécessaires à l'établissement d'une ligne télégraphique, sans nuire au service du chemin de fer.

Sur la demande de l'administration des lignes télégraphiques, il sera réservé, dans les gares des villes ou des localités qui seront désignées ultérieurement, le terrain nécessaire à l'établissement des maisonnettes destinées à recevoir le bureau télégraphique et son matériel.

La Compagnie concessionnaire sera tenue de faire garder par ses agents les fils et appareils des lignes électriques, de donner aux employés connaissance de tous les accidents qui pourraient survenir, et de leur en faire connaître les causes. En cas de rupture du fil télégraphique, les employés de la compagnie auront à raccrocher provisoirement les bouts séparés, d'après les instructions qui leur seront données à cet effet.

Les agents de la télégraphie voyageant pour le service de la ligne électrique auront le droit de circuler gratuitement dans les voitures du chemin de fer.

En cas de rupture du fil électrique ou d'accidents graves, une locomotive sera mise immédiatement à la disposition de l'inspecteur télégraphique de la ligne pour le transporter sur le lieu de l'accident avec les hommes et les matériaux nécessaires à la réparation. Ce transport devra être effectué dans des conditions telles qu'il ne puisse entraver en rien la circulation publique. Il sera alloué à la compagnie une indemnité de un franc par kilomètre parcouru par la machine.

La compagnie sera tenue d'établir à ses frais les fils et appareils télégraphiques destinés à transmettre les signaux nécessaires pour la sûreté et la régularité de son exploitation.

Elle pourra, avec l'autorisation du ministre de l'intérieur, se servir des poteaux de la ligne télégraphique de l'État, lorsqu'une semblable ligne existera le long de la voie.

La compagnie sera tenue de se soumettre à tous les règlements d'administration publique concernant l'établissement et l'emploi de ces appareils.

TITRE VI. — Clauses diverses.

53. Dans le cas où l'administration ordonnerait ou autoriserait la construction de routes impériales, départementales ou vicinales, de chemins de fer ou de canaux qui traverseraient la ligne objet de la présente concession, la compagnie ne pourra s'opposer à ces travaux; mais toutes les dispositions nécessaires seront prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle à la construction ou au service du chemin de fer, ni aucuns frais pour la compagnie.

54. Toute exécution ou autorisation ultérieure de route, de canal, de chemin de fer, de travaux de navigation dans la contrée où est situé le chemin de fer objet de la présente concession, ou dans toute autre contrée voisine ou éloignée, ne pourra donner ouverture à aucune demande d'indemnité de la part de la compagnie.

55. L'administration se réserve expressément le droit d'accorder de nouvelles conces-

sions de chemins de fer s'embranchant sur le chemin qui fait l'objet du présent cahier des charges, ou qui seraient établis en prolongement du même chemin.

Le concessionnaire ne pourra mettre aucun obstacle à ces embranchements, ni réclamer, à l'occasion de leur établissement, aucune indemnité quelconque, pourvu qu'il n'en résulte aucun obstacle à la circulation, ni aucuns frais particuliers pour son compte.

Les compagnies de chemins de fer d'embranchement ou de prolongement auront la faculté, moyennant les tarifs ci-dessus déterminés et l'observation des règlements de police et de service établis ou à établir, de faire circuler leurs voitures, wagons et machines sur le chemin de fer objet de la présente concession, pour laquelle cette faculté sera réciproque à l'égard desdits embranchements et prolongements.

Toutefois, la compagnie ne sera pas tenue d'admettre sur les rails un matériel dont le poids et les dimensions seraient hors de proportion avec les éléments constitutifs de ses voies.

Dans le cas où les diverses compagnies ne pourraient s'entendre entre elles sur l'exercice de cette faculté, l'administration préfectorale statuerait sur les difficultés qui s'élèveraient entre elles à cet égard.

Dans le cas où un concessionnaire d'embranchement ou de prolongement joignant la ligne qui fait l'objet de la présente concession n'userait pas de la faculté de circuler sur cette ligne, comme aussi dans le cas où la compagnie concessionnaire de cette dernière ligne ne voudrait pas circuler sur les prolongements et embranchements, les concessionnaires seraient tenus de s'arranger entre eux de manière que le service des transports ne soit jamais interrompu aux points de jonction des diverses lignes.

Celui des concessionnaires qui se servira d'un matériel qui ne serait pas sa propriété payera une indemnité en rapport avec l'usage et la détérioration de ce matériel.

La compagnie sera tenue, si l'administration le juge convenable, de partager l'usage des gares établies à l'origine des chemins de fer d'embranchement avec les compagnies qui deviendraient ultérieurement concessionnaires desdits chemins.

Dans le cas où les concessionnaires ne se mettraient pas d'accord sur la quotité des indemnités à payer dans les cas prévus par les deux paragraphes précités ou sur les moyens d'assurer soit la continuation du service sur toute la ligne, soit la communauté d'usage des gares de jonction, le préfet y pourvoirait d'office et prescrirait toutes les mesures nécessaires.

56. La compagnie sera tenue de s'entendre avec tout propriétaire de mines ou d'usines qui, offrant de se soumettre aux conditions prescrites ci-après, demanderait un nouvel embranchement; à défaut d'accord, le préfet statuera sur la demande, la compagnie entendue.

Les embranchements seront construits aux frais des propriétaires de mines ou d'usines, et de manière à ce qu'il ne résulte de leur établissement aucune entrave à la circulation générale, aucune cause d'avarie pour le matériel, ni aucuns frais particuliers pour la compagnie.

Leur entretien devra être fait avec soin aux frais des propriétaires et sous le contrôle de l'administration. La compagnie aura le droit de faire surveiller par ses agents cet entretien, ainsi que l'emploi de son matériel sur les embranchements.

L'administration pourra, à toutes époques, prescrire les modifications qui seraient jugées utiles dans la soudure, le tracé ou l'établissement de la voie desdits embranchements, et les changements seront opérés aux frais des propriétaires.

L'administration pourra même, après avoir entendu les propriétaires, ordonner l'enlèvement temporaire des aiguilles de soudure, dans le cas où les établissements embranchés viendraient à suspendre en tout ou en partie leurs transports.

La compagnie sera tenue d'envoyer ses wagons sur tous les embranchements autorisés à faire communiquer les établissements de mines ou d'usines avec la ligne principale, le tout à leurs frais.

La compagnie amènera ses wagons à l'entrée des embranchements.

Les expéditeurs ou destinataires feront conduire les wagons dans leurs établissements pour les charger ou décharger, et les ramèneront au point de jonction avec la ligne principale, le tout à leurs frais.

Les wagons ne pourront d'ailleurs être employés qu'au transport d'objets et marchandises destinés à la ligne principale du chemin de fer.

Le temps pendant lequel les wagons séjourneront sur les embranchements particuliers ne pourra excéder six heures, lorsque l'embranchement n'aura pas plus d'un kilomètre.

Le temps sera augmenté d'une demi-heure par kilomètre en sus du premier, non compris les heures de la nuit, depuis le coucher jusqu'au lever du soleil.

Dans le cas où les limites de temps seraient dépassées, nonobstant l'avertissement spécial donné par la compagnie, elle pourra exiger une indemnité égale à la valeur du droit de loyer des wagons pour chaque période de retard après l'avertissement.

Les traitements des gardiens d'aiguilles et des barrières des embranchements autorisés par l'administration seront à la charge des propriétaires des embranchements.

Les gardiens seront nommés et payés par la compagnie, et les frais qui en résulteront seront remboursés par lesdits propriétaires.

En cas de difficulté, il sera statué par l'administration, la compagnie entendue.

Les propriétaires d'embranchements seront responsables des avaries que le matériel pourrait éprouver pendant son parcours ou son séjour sur ces lignes.

Dans le cas d'inexécution d'une ou de plusieurs des conditions énoncées ci-dessus, le préfet pourra, sur la plainte de la compagnie et après avoir entendu le propriétaire de l'embranchement, ordonner par un arrêté la suspension du service et faire supprimer la soudure, sauf recours à l'administration supérieure et sans préjudice de tous dommages-intérêts que la compagnie serait en droit de répéter pour la non-exécution de ces conditions.

Pour indemniser la compagnie de la fourniture et de l'envoi de son matériel sur les embranchements, elle est autorisée à percevoir un prix fixe de douze centimes ($0^f,12^c$) par tonne pour le premier kilomètre et en outre quatre centimes ($0^f,04^c$) par tonne et par kilomètre en sus du premier, lorsque la longueur de l'embranchement excédera un kilomètre.

Tout kilomètre entamé sera payé comme s'il avait été parcouru en entier.

Le chargement et le déchargement sur les embranchements s'opéreront aux frais des expéditeurs ou destinataires, soit qu'ils les fassent eux-mêmes, soit que la compagnie du chemin de fer consente à les opérer.

Dans ce dernier cas, ces frais seront l'objet d'un règlement arrêté par l'administration, sur la proposition de la compagnie.

Tout wagon envoyé par la compagnie sur un embranchement devra être payé comme wagon complet, lors même qu'il ne serait pas complètement chargé.

La surcharge, s'il y en a, sera payée au prix du tarif légal et au prorata du poids réel. La compagnie sera en droit de refuser les chargements qui dépasseraient le maximum de trois mille cinq cents kilogrammes, déterminé en raison des dimensions actuelles des wagons.

Ce maximum pourra être réduit ou augmenté par le préfet, sur la demande de la compagnie, de manière à être toujours en rapport avec la capacité des wagons.

Les wagons seront pesés à la station d'arrivée par les soins et aux frais de la compagnie.

57. La contribution foncière sera établie en raison de la surface des terrains occupés par le chemin de fer et ses dépendances ; la cote en sera calculée comme pour les canaux, conformément à la loi du 25 avril 1803.

Les bâtiments et magasins dépendant de l'exploitation du chemin de fer seront assimilés aux propriétés bâties de la localité. Toutes les contributions auxquelles ces édifices pourront être soumis seront, aussi bien que la contribution foncière, à la charge de la compagnie.

58. Les agents et gardes que la compagnie établira, soit pour la perception des droits, soit pour la surveillance et la police du chemin de fer et de ses dépendances, pourront être assermentés, et seront, dans ce cas, assimilés aux gardes champêtres.

59. Le chemin de fer concédé restera toujours placé sous la surveillance de l'autorité préfectorale.

Les frais de contrôle, de surveillance et de réception des travaux, les frais de contrôle de l'exploitation, seront supportés par la compagnie.

Afin de pourvoir à ces frais, la compagnie sera tenue de verser chaque année, à la caisse du trésorier payeur général du département, une somme de cinquante francs par chaque kilomètre de chemin de fer concédé.

Si la compagnie ne verse pas cette somme aux époques qui auront été fixées, le préfet rendra un rôle exécutoire, et le montant en sera recouvré comme en matière de contributions publiques.

60. Il sera retenu un dixième (1/10) sur les payements à faire par l'Etat, le département et les communes à titre de subvention, lequel dixième restera consigné à titre de cautionnement Cette retenue ne sera livrée à la compagnie qu'au moment de l'ouverture de la ligne.

61. La compagnie concessionnaire devra faire élection de domicile à Barbezieux.

Dans le cas où elle ne l'aurait pas fait, toute notification ou signification à elle adressée sera valable lorsqu'elle sera faite au secrétariat général de la préfecture de la Charente.

62. Les contestations qui s'élèveraient entre la compagnie et l'administration au sujet de l'exécution et de l'interprétation du présent cahier des charges seront jugées administrativement par le conseil de préfecture du département de la Charente, sauf recours au Conseil d'État.

63. Le présent cahier des charges et la convention ci-annexée ne seront passibles que du droit fixe de un franc.

Arrêté à Angoulême, le treize du mois d'août mil huit cent soixante-huit.

Le Préfet de la Charente,
Signé : O. Péconnet.

Le Président du conseil d'administration régulièrement autorisé,
Signé : Mathieu-Bodet.

Document n° 7.

STATUTS FINANCIERS

de la Compagnie du Chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf.

Après avoir indiqué, dans ce qui précède, la forme et les stipulations ordinaires des cahiers des charges pour les chemins de fer d'intérêt local, voici maintenant un exemple de constitution financière, que nous ne donnons pas comme absolument conforme à ce que nous voudrions voir, comme liberté commerciale, mais qui a été étudié et rédigé avec soin, dans un esprit modéré, et pour un capital de 500,000 fr. seulement.

Par-devant maître Jean-Jacques-Théophile Daviaud et son collègue, notaires à Barbezieux (Charente), soussignés,

Est comparu,

M. Jean Gaschet, maire de la ville de Barbezieux, y demeurant ;

Lequel a dit :

Que le chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf, se rattachant à la ligne des *Deux Charentes*, qui, elle-même, se relie à des voies de premier ordre, serait pour notre localité d'un intérêt d'autant plus puissant qu'il desservirait une contrée riche et fertile, dont les

produits suffiraient déjà par eux-mêmes à son exploitation, trop éloignée maintenant des voies nouvelles de communication pour en ressentir les heureux effets, et trop rapprochée d'elles pour ne pas en subir une grande infériorité relative;

Que les diverses administrations successives auxquelles ont été confiés, depuis plusieurs années, les intérêts de cette importante partie de notre Département, se sont préoccupées de la relever d'une telle déchéance;

Et que, grâce au concours qu'elles ont rencontré auprès des autorités supérieures et parmi les populations elles-mêmes, il est enfin permis de jeter les fondements de l'œuvre si longtemps et si ardemment poursuivie.

En conséquence, M. le comparant a requis les notaires soussignés d'établir les statuts suivants :

TITRE Ier — FORMATION, OBJET, DÉNOMINATION, DOMICILE ET DURÉE DE LA SOCIÉTÉ.

Art. 1er. — Il est formé entre les propriétaires des actions ci-après créées une Société anonyme ayant pour objet :

1° L'obtention de la concession d'un chemin de fer d'intérêt local à une voie qui, partant de Barbezieux, aboutirait à un point de la ligne de Rochefort à Angoulême, aux abords de la station de Châteauneuf, et comprenant un parcours total d'environ 19 kilomètres;

2° La construction de ce chemin de fer;

3° Son entretien et son exploitation.

Art. 2. — La Société prend la dénomination de *Compagnie du Chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf.*

Art. 3. — Le siége de la Société et son domicile sont établis à Barbezieux.

Art. 4. — La Société commencera à partir du jour de sa constitution légale et régulière, et finira avec la concession.

TITRE II. — DE LA CONCESSION.

Art. 5. — La Société devenant propriétaire de la concession, jouira de tous les droits et avantages y attachés, notamment et nécessairement de l'allocation de subventions, évaluées à un million de francs, en vertu des votes déjà acquis du Conseil général du département de la Charente, de ceux des communes intéressées, et du concours de l'État, conformément à la loi du douze juillet mil huit cent soixante-cinq sur les chemins de fer d'intérêt local.

TITRE III. — FONDS SOCIAL.

Art. 6. — Le fonds social est fixé à 500,000 fr., divisés en mille actions de 500 fr. chacune. Néanmoins, si la souscription a pour résultat de produire une somme plus importante, l'assemblée constitutive de la Société aura le droit d'employer le surplus à l'augmentation du capital social.

Art. 7. — Le montant des actions est payable aux caisses qui seront désignées par le Conseil d'administration ; ces caisses seront provisoirement indiquées par le Comité provisoire.

Le premier versement est fixé à 125 fr. par action, qui seront exigibles lorsque la souscription aura atteint la somme de *cinq cent mille francs.*

Tout appel de fonds ultérieur devra être annoncé, un mois au moins avant l'époque fixée pour le payement, dans deux journaux d'annonces légales du département. Il ne pourra être supérieur à cent vingt-cinq francs par action, et les demandes ne pourront être faites qu'à trois mois au moins d'intervalle.

Le Conseil d'administration pourra autoriser d'une manière générale le versement anticipé du montant total ou partiel des actions, et moyennant un intérêt, dont le taux ne pourra être supérieur à 4 0/0.

Art. 8. — Contre le premier versement de 125 fr., il sera délivré des récépissés nominatifs extraits d'un registre à souche, lesquels ne pourront être négociés qu'après le ver-

sement des deux premiers quarts du montant de chaque action et seront échangés, après ce versement, contre des titres définitifs, également nominatifs. Les actions ne pourront être délivrées au porteur qu'après leur entière libération.

Art. 9. — Les titres nominatifs et les titres au porteur sont détachés d'un registre à souche, frappé du timbre sec de la Compagnie et revêtus de la signature de deux administrateurs, ou d'un administrateur et d'un employé délégué à cet effet par le Conseil d'administration. Chaque payement fait sur le montant de l'action sera constaté au moyen d'une estampille apposée sur les titres.

Art. 10. — La cession des actions au porteur s'opère par la tradition du titre, et celle des titres nominatifs conformément à l'article 36 du Code de commerce. La Sociéte ne reconnaît d'autres transferts que ceux transcrits sur ses registres.

Art. 11. — Chaque action est indivisible à l'égard de la Société. Tous les propriétaires d'une action tombée dans l'indivision ou partagée par suite du décès d'un actionnaire ou par une autre cause quelconque, seront tenus dès lors de se faire représenter auprès de la Société par une seule et même personne.

Art. 12. — Les droits et obligations attachés à l'action suivent le titre dans quelques mains qu'il passe. La possession d'une action comporte adhésion aux statuts de la Société. Les héritiers ou créanciers de l'actionnaire ne peuvent, sous quelque prétexte que ce soit, provoquer l'apposition des scellés sur les livres et valeurs de la Société, ni s'immiscer en aucune manière dans son administration. Ils doivent, pour l'exercice de leurs droits, s'en rapporter aux inventaires sociaux et aux délibérations de l'assemblée générale.

Art. 13. — A défaut de versement aux époques déterminées, l'intérêt sera dû, pour chaque jour de retard, à raison de 6 0/0 par an. La Société pourra exercer l'action personnelle contre les retardataires. Elle pourra aussi, soit distinctement de la poursuite personnelle, soit concurremment avec elle, faire vendre les actions en retard.

A cet effet, les numéros des actions seront publiés dans les journaux indiqués à l'article 7, et quinze jours écoulés après cette publication, la Société, sans mise en demeure et sans autre formalité ultérieure, aura le droit de faire procéder à la vente des actions sur duplicata, par le ministère d'un agent de change, ou d'un autre officier ministériel.

Les titres des actions ainsi vendues seront nuls de plein droit, et il sera délivré aux acquéreurs de nouveaux titres portant les mêmes numéros que les titres annulés. En conséquence, toute action qui ne portera pas la mention régulière des versements appelés cessera d'être admise à la négociation et au transfert.

L'imputation du prix à provenir de la vente, après déduction des frais et intérêts dûs, s'opérera en commençant par les versements les plus anciennement exigibles. Le déficit sera à la charge des obligés au versement, mais dans les limites de l'article 7.

L'excédant du prix de la vente, s'il y en a, appartiendra à l'actionnaire retardataire.

Art. 14. — En cas de perte d'un titre nominatif, la Compagnie ne peut être tenue d'en délivrer un nouveau que moyennant caution, conformément aux articles 151, 152 et 153 du Code de commerce. Le nouveau titre sera remis un an seulement après que la déclaration de la perte aura été rendue publique par insertion dans les journaux désignés à l'article 7.

La caution sera déchargée un an après avoir été fournie.

La déclaration de perte sera faite dans les termes et suivant la forme qui seront prescrits par le Conseil d'administration.

Art. 15. — Les actionnaires ne seront engagés que jusqu'à concurrence du capital de leurs actions respectives. Au delà, tout appel de fonds est interdit, conformément à l'article 33 du Code de commerce.

TITRE IV. — Administration.

Art. 16. — La Compagnie est administrée par un Conseil composé de cinq membres. Chaque administrateur doit être propriétaire d'au moins vingt actions, qui seront inaliénables pendant la durée de ses fonctions.

Les titres de ces actions restent déposés dans la caisse de la Société pendant la durée des fonctions de l'administrateur et sont frappés d'un timbre spécial, conformément à la loi.

Art. 17. — Les administrateurs sont nommés par l'assemblée générale des actionnaires; leurs fonctions durent cinq années; ils peuvent être réélus.

En cas de vacances survenues dans l'intervalle de deux assemblées générales, il sera pourvu provisoirement au remplacement, par le Conseil d'administration, délibérant conformément aux prescriptions du dernier paragraphe de l'article 24. Le choix des administrateurs ainsi nommés devra être confirmé par la première assemblée générale.

L'administrateur nommé par suite de vacances ne reste en exercice que jusqu'à l'époque où devaient expirer les fonctions de celui qu'il remplace.

Art. 18. — Il sera nommé, en assemblée générale, deux commissaires chargés de remplir la mission de surveillance prescrite par la loi.

Leurs fonctions dureront deux ans et ils seront toujours rééligibles.

Un des commissaires sortira chaque année; le sort désignera celui qui devra sortir l'année prochaine.

Dans le cas de décès ou de démission de l'un dans l'intervalle de deux assemblées, le commissaire restant nommera provisoirement le successeur du commissaire décédé ou démissionnaire. Ce choix devra être confirmé par la première assemblée générale. Le commissaire nommé par suite de vacances restera en exercice jusqu'à l'époque où devaient expirer les fonctions de celui qu'il remplace.

Art. 19. — Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour l'administration de la Société.

Il passe et agrée les marchés de toute nature. Il autorise toutes acquisitions de terrains nésessaires à l'établissement et à l'exploitation du chemin, les achats et ventes d'objets mobiliers, matériaux, machines et autres articles se rattachant à l'entreprise; tous compromis et transactions; tous retraits, transferts, transports et aliénations de fonds, rentes et valeurs appartenant à la Société.

Il règle les approvisionnements; il fixe les dépenses générales de l'administration.

Il arrête tous règlements relatifs à l'organisation du service et à l'exploitation de la voie ferrée sous les conditions déterminées par le cahier des charges ou qui auront fait l'objet de conventions spéciales avec une Compagnie exploitante.

Il fait tous traités relatifs à l'exécution du cahier des charges.

Il présente à l'administration publique toutes demandes de prolongement de la voie ferrée ou de l'embranchement, sauf autorisation préalable ou ratification de ces demandes par l'assemblée générale.

Il nomme et révoque tous employés ou agents, détermine leurs attributions et fixe leurs traitements ou salaires.

Il traite, transige et compromet sur tous les intérêts de la Compagnie.

Il exerce toutes actions judiciaires.

Il consent toutes mains-levées d'opposition ou d'inscription hypothécaires, ainsi que tous désistements de privilèges et d'actions résolutoires, avec ou sans payement.

Il pourvoit au placement des fonds disponibles et règle l'emploi de la réserve.

Il détermine, dans les conditions du cahier des charges, les modifications à apporter au tarif et les transactions y relatives.

Il statue sur tous les intérêts qui rentrent dans l'administration de la Société.

Il soumet à l'assemblée générale toute proposition d'emprunt, de prolongement ou d'embranchement, de fusion ou traité avec d'autres Compagnies, de prolongation ou de renouvellement de la concession, de modification ou d'addition aux statuts, et notamment d'augmentation du fonds social et de prolongation et de dissolution de la Société.

Il peut, avec l'autorisation de l'assemblée générale, effectuer la vente des terrains et bâtiments appartenant à la Société et qui deviendraient inutiles.

Il pourvoit à la négociation des emprunts votés par l'assemblée générale, conformément aux dispositions de l'article 32 ci-après.

Art. 20. — Le Conseil d'administration peut déléguer, à un ou plusieurs de ses membres, des pouvoirs généraux permanents pour l'administration des affaires sociales courantes et journalières.

Il peut également conférer le titre de directeur, ou déléguer tout ou partie de ses pouvoirs, même à une personne étrangère à la Compagnie, mais dont il reste responsable vis-à-vis de la Compagnie.

Art. 21. — Les fonctions des administrateurs et des commissaires sont gratuites; mais ils reçoivent des jetons de présence, dont la valeur est fixée par l'asssemblée générale.

L'assemblée générale pourra également attribuer aux membres délégués dont il est question au deuxième paragraphe de l'article 20 une rémunération dont elle fixera le chiffre.

Art. 22. — Conformément à l'article 32 du Code de commerce, les membres du Conseil d'administration ne contractent, à raison de leur gestion, aucune obligation personnelle ou solidaire relativement aux engagements de la Société. Ils ne répondent que de l'éxécution de leur mandat.

Art. 23. — Le Conseil d'administration nomme chaque année, au scrutin secret, un président et un vice-président.

En cas d'absence du président et du vice-président, le Conseil délègue celui de ses membres qui doit remplir les fonctions de président.

Le président et le vice-président peuvent être réélus.

Art. 24. — Le Conseil d'administration se réunit aussi souvent que l'intérêt de la Société l'exige et au moins une fois par trimestre.

Les décisions sont prises à la majorité des membres présents. La présence de trois administrateurs est nécesssaire pour valider la délibération. En cas de partage dans un vote, la voie du président est prépondérante.

Art. 25. — Nul ne peut voter par procuration dans le Conseil d'administration de la Compagnie.

Dans le cas où deux membres, dissidents sur une question, demanderaient qu'elle fût soumise aux administrateurs absents, il devra être envoyé à chacun de ces derniers une copie ou un extrait du procès-verbal, avec invitation de venir voter dans une prochaine réunion dont le jour sera fixé par la lettre d'invitation, et à huitaine au plus tôt.

Dans aucun cas, l'application de la disposition qui précède ne peut retarder l'accomplissement des obligations imposées à la Compagnie par le cahier des charges de la concession, ni l'exécution des injonctions qui seraient notifiées par l'administration en vertu du cahier des charges.

Art. 26. — Les délibérations du Conseil d'administration sont constatées par les procès-verbaux, signés par le président et deux membres au moins ayant pris part à la délibération.

Les copies ou extraits de ces délibérations à produire en justice ou ailleurs sont signés par le président ou par celui des membres qui en remplit les fonctions.

Art. 27. — Les transports de rentes et effets publics appartenant à la Société, les actes d'acquisition, de vente et d'échange des propriétés immobilières de la Société, les transactions, les marchés et actes engageant la Société, les acquits et endossements, ainsi que les mandats sur la Banque et sur tous les dépositaires des fonds de la Compagnie, doivent être signés par deux administrateurs, à moins d'une délégation expresse du Conseil, à un seul administrateur ou à toute autre personne.

TITRE V. — Assemblée générale.

Art. 28. — L'assemblée générale régulièrement constituée représente l'universalité des actionnaires. Ses décisions sont égales pour tous, même pour les absents et les dissidents.

Art. 29. — L'assemblée générale des actionnaires se réunit chaque année dans le courant du mois de mai.

En outre, le Conseil d'administration peut convoquer extraordinairement une assemblée générale toutes les fois qu'il en reconnaît l'opportunité.

Art. 30. — Tout actionnaire est de droit membre de l'assemblée générale.

Nul ne peut représenter un actionnaire dans une assemblée générale, s'il n'est actionnaire lui-même.

La forme des pouvoirs est déterminée par le Conseil d'administration.

L'assemblée générale des actionnaires est régulièrement constituée lorsque les actionnaires présents, au minimum, sont au nombre de vingt et représentent le quart du capital.

Art. 31. — Dans le cas où, après une première convocation, les actionnaires présents ne rempliraient pas les conditions ci-dessus imposées pour constituer l'assemblée générale, il est procédé à une seconde convocation à quinze jours d'intervalle.

Les délibérations prises en assemblée générale dans cette seconde réunion sont valables, quel que soit le nombre des actionnaires présents et des actions représentées, mais elles ne peuvent porter que sur des objets mis à l'ordre du jour de la première réunion et indiqués dans les avis de convocation.

Art. 32. — Les délibérations relatives à la souscription du capital social et au versement du premier quart par action, à la nomination des premiers administrateurs et commissaires, aux emprunts, émissions d'obligations, demande ou abandon d'embranchements ou de prolongement, renouvellements et cessions de concessions, ou concessions nouvelles, ainsi que toutes celles qui auraient pour objet la réunion, la fusion ou l'alliance de la Société avec d'autres Compagnies, la modification des statuts et notamment l'augmentation du fonds social et la prolongation de la Société, ne peuvent être prises que dans une assemblée générale réunissant trente actionnaires au moins et la moitié du capital social.

Art. 33. — Les convocations ordinaires et extraordinaires sont annoncées par un avis inséré quinze jours au moins avant l'époque de la réunion dans les journaux désignés à l'article 7.

La réunion a lieu dans le local indiqué par la convocation.

Lorsque l'assemblée générale a pour objet de délibérer sur des propositions de la nature de celles énoncées en l'article 32, les avis de convocation doivent en faire mention.

Art. 34. — Pour avoir droit d'assister à l'assemblée générale, les propriétaires d'actions devront être porteurs de leurs titres. Les mandataires représenteront les titres et procurations de leurs mandants.

Art. 35. — L'assemblée générale est présidée par le président ou le vice-président du Conseil d'administration, et, en cas d'empêchement, par le membre que le Conseil d'administration aura désigné à cet effet.

Les deux plus forts actionnaires présents remplissent les fonctions de scrutateurs, et, sur leur refus, les deux plus forts actionnaires après eux successivement, jusqu'à acceptation.

Le secrétaire est choisi par le bureau.

Art. 36. — L'assemblée générale entend et discute les comptes et les approuve, s'il y a lieu.

Elle fixe les dividendes, nomme les administrateurs en remplacement de ceux dont les fonctions sont expirées ou qu'il y a lieu de remplacer par suite de décès, de démission ou autre cause.

Elle statue sur les propositions d'acquisitions d'immeubles autres que ceux dont il est question sous l'article 19 et sur toutes le propositions d'aliénations d'immeubles.

Elle délibère sur les propositions qui doivent lui être soumises en exécution des présents statuts, et donne au Conseil d'administration les pouvoirs nécessaires.

Elle prononce enfin, en se renfermant dans les limites des statuts, sur tous les intérêts de la Société.

Art. 37. — Les délibérations de l'assemblée générale sont prises à la majorité des voix des membres présents et représentés.

Chaque action appartenant au même actionnaire donne droit à une voix, jusqu'à dix actions.

Au-dessus, chaque série entière et indivisible de dix actions donne droit, en outre, à cinq voix.

Les voix appartenant à un actionnaire représenté par un fondé de pouvoirs, seront ajoutées à celles qui appartiennent personnellement au mandataire.

Le scrutin secret a lieu lorsqu'il est réclamé par le bureau ou par cinq membres au moins de l'assemblée.

Art. 38. — Les délibérations de l'assemblée générale seront constatées par des procès-verbaux signés des membres du bureau ou au moins de la majorité d'entre eux.

Les extraits de ces procès-verbaux à produire en justice seront certifiés par le président du Conseil d'administration.

Art. 39. — Une feuille de présence destinée à constater le nombre des membres qui assisteront à l'assemblée et celui des actions représentées par chacun d'eux, demeure annexée à la minute de chacun des procès-verbaux, ainsi que les procurations.

TITRE VI. — Intérêts, comptes annuels, dividendes, fonds de réserve.

Art. 40. — Pendant l'exécution des travaux, il ne sera payé aux actionnaires aucun intérêt sur les sommes par eux versées, sauf ce qui sera déterminé pour les versements anticipés par décision du Conseil d'administration, ainsi qu'il a été dit à l'article 7.

Art. 41. — Le Conseil d'administration fera dresser chaque semestre un état sommaire de la situation active et passive de la Société.

Cet état sera mis à la disposition des commissaires.

Il sera, en outre, établi chaque année un inventaire contenant l'indication des valeurs mobilières et immobilières, et de toutes les dettes actives et passives de la Société.

Cet inventaire est présenté à l'assemblée générale.

Quinze jours au moins avant la réunion de l'assemblée générale, tout actionnaire peut prendre, au siége social, communication de l'inventaire et de la liste des actionnaires, et se faire délivrer copie du bilan résumant l'inventaire et du rapport des commissaires.

42. — Les produits de l'entreprise serviront d'abord à acquitter les dépenses d'entretien et d'exploitation du chemin, les frais d'administration, la restitution au fonds social des sommes qui en auraient été prélevées pour le service des intérêts, l'intérêt et l'amortissement des emprunts qui auraient été contractés, et généralement toutes les charges sociales.

Art. 43. — Après le payement des charges mentionnées dans l'article précédent, il est prélevé chaque année sur les bénéfices nets, un vingtième au moins affecté à la formation d'un fonds de réserve.

Art. 44. — Le prélèvement indiqué à l'article précédent cessera d'être obligatoire lorsque le fonds de réserve aura atteint le dixième du capital social.

Art. 45. — La désignation des actions à amortir se fait au moyen d'un tirage au sort, qui a lieu chaque année, à Barbezieux, aux époques et suivant les formes décidées par le Conseil d'administration.

Les numéros des actions à rembourser sont publiés dans les journaux (art. 7).

Les propriétaires de ces actions devront faire la remise de leurs titres lors du payement, et il leur sera délivré, en échange, des actions spéciales, ne donnant plus droit qu'à la part proportionnelle de bénéfice ou dividende mentionné dans le dernier paragraphe de l'article 43.

Ces actions conservent, pour les attributions relatives à l'administration et pour le vote aux assemblées, les mêmes droits que les actions non amorties.

Art. 46. — Le payement des intérêts et des dividendes se fait aux époques et aux caisses qui seront désignées par le Conseil d'administration.

Tous les intérêts et dividendes qui n'ont pas été touchés à l'expiration de cinq années après l'époque de leur échéance, sont acquis à la Société, conformément à l'article 2277 du Code Napoléon.

TITRE VII. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES, LIQUIDATION, CONTESTATIONS.

Art. 47. — Si par une cause quelconque, la Société venait à se dissoudre avant l'époque fixée par l'article 4, la délibération qui ordonnerait la dissolution ne serait valable qu'autant que l'assemblée aurait réuni la moitié du fonds social et que la décision aurait été prise à la majorité des trois quarts des membres présents, dont le nombre ne pourrait être inférieur à trente.

La même assemblée détermine ensuite, mais à la simple majorité des actionnaires présents, le mode de liquidation qui devra être suivi, et nomme, s'il y a lieu, le liquidateur.

Art. 48. — A l'expiration de la concession, toutes les valeurs provenant de la liquidation seront employées avant toute répartition aux actionnaires :

1° A mettre le chemin en état d'être livré au département dans les conditions déterminées par le cahier des charges de la concession ;

2° A compléter l'amortissement des actions, dans le cas où il existerait, qui n'auraient pas été amorties, auquel cas la somme disponible serait également répartie entre lesdites actions jusqu'à concurrence de leur montant.

Art. 49. — Toutes contestations qui pourront s'élever, pendant la durée de la Société ou lors de sa liquidation, soit entre les actionnaires et la Société, soit entre les actionnaires eux-mêmes, seront jugées conformément à la loi.

Art. 50. — Dans le cas de contestations, tout actionnaire doit faire élection de domicile à Barbezieux, et toutes notifications et assignations seront faites valablement au domicile par lui élu, sans avoir égard à la distance de la demeure réelle.

A défaut d'élection de domicile, cette élection a lieu de plein droit, pour les notifications judiciaires et extra-judiciaires, au parquet du procureur impérial près le tribunal civil séant à Barbezieux.

Art. 51. — Pour publier, tous pouvoirs sont donnés au porteur d'une expédition ou d'un extrait des présentes.

DONT ACTE :

Fait et passé à Barbezieux, en l'étude de maître Théophile DAVIAUD,

L'an mil huit cent soixante-sept, le vingt août;

Et a M. le comparant signé avec les notaires, après lecture.

Signé à la minute : GASCHET, LABOUREUR et Th. DAVIAUD, ces deux derniers notaires.

Enregistré à Barbezieux, le vingt-un août mil huit cent soixante-sept, folio 11, recto case 7; reçu cinq francs et soixante-quinze centimes de décime.

(Signé) RIVIÈRE.

Document n° 8.

En même temps que la Compagnie du chemin de fer se constitue, il faut s'occuper de mettre les communes en mesure de remplir les engagements qu'elles ont pris, en cas de subventions, et, à cet effet, voici un modèle utile à connaître :

MODÈLE DE DÉLIBÉRATION

Pour la réalisation d'un Emprunt au Crédit Foncier de France par une Commune.

Article premier. — L'emprunt de la commune de   autorisé par   sera, à la diligence de M. le maire, contracté auprès du Crédit foncier de France.

Cette somme sera remise à la commune, après le consentement donné par le Crédit foncier de France à la conclusion de l'emprunt, en un ou plusieurs versements, à l'époque ou aux époques indiquées par le maire.

Art. 2. — La commune se libérera de la somme due au Crédit foncier de France, par suite de cet emprunt, en années, à compter du 31 janvier ou du 31 juillet, qui suivra le consentement du prêt par le Crédit foncier, au moyen de annuités de chacune, payables par moitié les 31 janvier et 31 juillet de chaque année, et comprenant, outre la somme nécessaire à l'amortissement du capital reçu, l'intérêt dudit capital à 5 0/0 par an et une commission de 0 fr. 40 0/0.

Sur les sommes versées avant le point du départ des annuités, le Crédit foncier retiendra l'intérêt et la commission applicable au temps à courir depuis l'époque du versement jusqu'au point de départ des annuités.

Il sera tenu compte à la commune de l'intérêt à 4 fr. 40 0/0 par an, depuis le point de départ des annuités jusqu'à l'époque des versements, sur la portion des sommes empruntées que la commune laisserait entre les mains du Crédit foncier pendant l'année qui suivra le point de départ des annuités.

Art. 3. — Tout semestre d'annuité non payé à l'échéance portera intérêt de plein droit et sans mis en demeure sur le pied de 5 0/0 par an.

Art. 4. — En cas de remboursement par anticipation, la commune payera l'indemnité prévue par l'article 9 de la loi du 6 juillet 1860, soit 1/2 0/0 du capital remboursé.

Tout remboursement partiel donnera lieu à une réduction proportionnelle dans le chiffre des intérêts et de la somme destinée à l'amortissement. La commission sera elle-même réduite de la quotité correspondante au capital remboursé par anticipation.

Le compte sera toujours établi à l'expiration du semestre courant, et le montant intégral de ce semestre sera dû, sous la déduction de l'intérêt du capital remboursé, au taux de 5 0/0, depuis le jour du payement jusqu'à la fin du semestre.

Art. 5. — Les fonds empruntés devant être versés par le Crédit foncier, à Paris, au siége de son administration, le transport de ces fonds, dans le cas où il devra avoir lieu, sera effectué aux risques et périls de la commune.

Les annuités sont également payables à Paris, au siége de la Société ; néanmoins elles pourront, du consentement du Crédit foncier, être payées dans le département, à la caisse de M. le receveur des finances, à , à la condition que les versements seront effectués vingt jours avant les échéances.

Art. 6. — Tous les frais auxquels pourrait donner lieu l'emprunt dont il s'agit, seront à la charge de la commune.

Document n° 9.

Voici d'ailleurs aussi les conditions générales de ce genre d'emprunts, tels que le Crédit foncier les a indiquées aux Maires qui lui en ont fait la demande :

RENSEIGNEMENTS

Sur les Prêts du Crédit Foncier de France aux Communes.

Monsieur le Maire,

J'ai l'honneur de vous adresser les renseignements relatifs aux conditions actuelles des prêts aux communes et aux départements, et aux formalités à remplir pour parvenir à leur réalisation.

Le taux de l'intérêt est fixé à 5 0/0; la commission pour frais d'administration est de 0 fr. 40 0/0, pendant les vingt premières années du prêt, et de 0 fr. 35 0/0 pendant le reste de la durée du prêt.

L'annuité, comprenant l'intérêt, les frais d'administration et l'amortissement, s'élève, pour un emprunt de quinze ans, à 9 fr. 955528 0/0; pour un emprunt de vingt ans à 8 fr. 367248 0/0 pour un emprunt de trente ans, à 6 fr. 87068 0/0 pendant les vingt pre-

mières années, et à 6 fr. 82068 0/0 pendant les dix dernières, etc., ainsi que l'indique le tableau ci-joint (449 C.)

Avant de s'adresser au Crédit foncier, la commune doit avoir été autorisée à emprunter.

Comme vous le savez, la loi du 24 juillet 1867 a divisé à cet égard les emprunts en trois catégories, suivant la durée et suivant la nature des ressources affectées au remboursement :

1° Aux termes de l'article 3, une simple délibération du conseil municipal prise avec l'assentiment du maire, ou, en cas de désaccord, approuvée par le préfet, suffit pour voter et régler les emprunts remboursables sur les revenus ordinaires dans un délai qui ne dépasse pas douze ans, ou sur des contributions extraordinaires établies pour cinq années et n'excédant pas 5 centimes ;

2° S'il s'agit d'emprunts qui, sans dépasser le délai de douze ans, sont remboursables au moyen de contributions extraordinaires excédant 5 centimes, mais comprises dans le maximum fixé par le conseil général, ou encore, s'il s'agit d'emprunts remboursables, dans un délai dépassant douze ans, à l'aide exclusivement des revenus ordinaires, il est nécessaire et il suffit que la délibération du conseil municipal soit approuvée par le préfet (art. 5) ;

3° Enfin, pour tout emprunt remboursable sur ressources extraordinaires, dans un délai dépassant douze ans, l'autorisation doit être donnée par un décret ou par une loi. Lorsqu'il s'agit d'une commune ayant un revenu supérieur à 100,000 fr., le décret doit être rendu en conseil d'État. Lorsque la somme à emprunter dépasse 1 million, ou lorsque ladite somme, réunie au chiffre d'autres emprunts non encore remboursés, dépasse 1 million, une loi doit intervenir (art. 7).

L'autorisation d'emprunter une fois obtenue, la commune doit transmettre au Crédit foncier :

1° Copie de la délibération par laquelle l'emprunt a été voté ;

2° Ampliation de l'acte approbatif de l'emprunt, loi, ou décret ou arrêté préfectoral ;

3° Le relevé des recettes et des dépenses ordinaires de la commune, d'après le compte rendu des trois derniers exercices ;

4° Un état certifié des dettes ;

5° Le budget de l'exercice courant ;

6° Copie de la délibération, dûment approuvée par le préfet, et portant que l'emprunt sera réalisé auprès du Crédit foncier. Cette dernière délibération devra être exactement conforme au modèle donné plus loin.

Lorsque ces pièces sont parvenues au Crédit foncier, et qu'après les avoir examinées, le conseil de l'administration de la Société consent à faire le prêt, il en est donné avis au maire, et, à dater de ce moment, les fonds sont, sauf conventions contraires, à la disposition de la commune.

La commune a à supporter, à titre de frais accessoires de l'opération, le coût du transport des fonds ; mais M. le ministre des finances a consenti, dans l'intérêt des communes, à effectuer ce transport moyennant une commission limitée à 0 fr. 40 par 1,000 fr. Pour mettre à profit ce mode de transport, le maire doit informer l'administration du Crédit foncier, vingt jours à l'avance, de la date où le versement au Trésor doit être opéré, et cette date doit être fixée au 5, au 15 ou au 25 du mois.

L'annuité, comprenant l'intérêt et l'amortissement, commence à courir du 31 janvier au 31 juillet qui suit l'époque du consentement du prêt. Le Crédit foncier retient, sur les sommes versées, l'intérêt sur le pied de 5 0/0, et la commission de 0 fr. 40, depuis le jour du versement jusqu'audit jour 31 janvier ou 31 juillet.

L'annuité est calculée sur la totalité de la somme prêtée. Si la commune désire toucher par portions le montant de l'emprunt, les sommes qu'elle laisse entre les mains de la Société, après l'époque fixée comme point de départ des annuités, produisent un intérêt qui est de 4 fr. 40 0/0 par an, si le dépôt ne se prolonge pas au delà d'une année ; si le dépôt dépassait ce terme, il ne serait plus alloué, pour les sommes laissées après son échéance,

que l'intérêt servi par le Crédit foncier sur toutes les sommes remises dans ces caisses en compte courant.

La réalisation de l'emprunt est constatée par un ou plusieurs récépissés du receveur municipal, visés par le maire.

Agréez, Monsieur le Maire, l'assurance de ma considération distinguée,

Le conseiller d'État en service extraordinaire,
gouverneur du Crédit foncier de France,
L. Frémy.

TABLEAU

Indiquant le montant des Annuités calculées d'après la durée du prêt.

DURÉE du PRÊT	ANNUITÉS (1) comprenant l'intérêt, l'amortissement et les frais d'administration pour 100 francs.	DUREE du PRÊT	ANNUITÉS (1) comprenant l'intérêt, l'amortissement et les frais d'administration pour 100 francs.
	fr. c.		fr. c.
9 ans...	14.33.4016	26 ans...	20 annuités 7.31.4892
			6 — 7.26.4892
10 » ...	13.22.9426	27 » ...	20 — 7.18.9598
			7 — 7.13.9598
11 » ...	12.32.9320	28 » ...	20 — 7.07.4486
			8 — 7.02.4486
12 » ...	11.58.2564	29 » ...	20 — 6.96.8488
			9 — 6.91.8488
13 » ...	10.95.3750	30 » ...	20 — 6.87.0680
			10 — 6.82.0680
14 » ...	10.41.7586	31 » ...	20 — 6.78.0252
			11 — 6.73.0252
15 » ...	9.95.5528	32 » ...	20 — 6.69.6498
			12 — 6.64.6498
16 » ...	9.55.3662	33 » ...	20 — 6.61.8796
			13 — 6.56.8796
17 » ...	9.20.1350	34 » ...	20 — 6.54.6600
			14 — 6.49.6600
18 » ...	8.89.0316	35 » ...	20 — 6.47.9424
			15 — 6.42.9424
19 » ...	8.61.4024	36 » ...	20 — 6.41.6834
			16 — 6.36.6834
20 » ...	8.36.7248	37 » ...	20 — 6.35.8444
			17 — 6.30.8444
21 » ...	20 annuités de 8.14.5752	38 » ...	20 — 6.30.3912
	1 — 8.09.5752		18 — 6.25.3912
22 » ...	20 — 7.94.6074	39 » ...	20 — 6.25.2928
	2 — 7.89.6074		19 — 6.20.2928
23 » ...	20 — 7.76.5352	40 » ...	20 — 6.20.5210
	3 — 7.71.5352		20 — 6.15.5210
24 » ..	20 — 7.60.1200	45 » ...	20 — 6.00.7618
	4 — 7.55.1200		25 — 5.95.7618
25 » ..	20 — 7.45.1612	50 » ...	20 — 5.86.2376
	5 — 7.40.1612		30 — 5.81.2376

(1) L'annuité comprend l'intérêt à 5 pour 0/0, l'amortissement et, suivant la durée, une allocation de 40 ou de 35 centimes pour 100 francs, à titre de frais d'administration. (*Statuts, art.* 59. *Loi du* 6 *juillet* 1860, *art.* 4.)

Document n° 10.

Enfin, voici les termes de la loi qui a autorisé le Crédit foncier à traiter pour les emprunts dont il s'agit :

LOI DU 6 JUILLET 1860.

(Extrait.)

Art. 1er. — La Société du Crédit foncier de France est autorisée à prêter, dans les conditions ci-après, aux départements, aux communes et aux associations syndicales, les sommes qu'ils auraient obtenu la faculté d'emprunter.

Art. 2. — Les prêts sont consentis avec ou sans affectation hypothécaire, et remboursables, soit à long terme, par annuités, soit à court terme, avec ou sans amortissement.

Art. 3. — Ils sont réalisables en numéraire.

Art. 4. — La commission allouée au Crédit foncier, pour frais d'administration, ne peut excéder 45 centimes pour 100 fr. par an.

Art. 9. — En cas de remboursement par anticipation, l'indemnité à payer par le débiteur est fixée à 50 centimes pour 100 francs, soit 1/2 0/0 du capital remboursé.



QUATORZIÈME SECTION

EXÉCUTION DES TRAVAUX

CONTRATS, — ACQUISITIONS DE TERRAINS, etc.

CHAPITRE I

Tous nos lecteurs connaissent le mécanisme ordinaire des Contrats d'entreprise, ou, si l'on veut, des traités pour travaux ou achats de propriétés.

Il y a, toutefois, dans le cas particulier des chemins de fer, certains objets, et tout spécialement les achats de terrains, où des modes de procéder *sui generis* sont indispensables à observer.

Il y a également des arrêtés spéciaux, des décrets régissant la matière, en ce qui concerne notamment l'occupation temporaire des terrains, qui font partie naturelle d'un traité des chemins de fer. En un mot, l'industrie des chemins de fer est venue subitement s'imposer au régime antique de la propriété individuelle par les nécessités inflexibles de ses alignements droits, de ses pentes et de ses courbes *sine quâ non*; et si le premier chemin de fer exécuté en France, de Lyon à Saint-Etienne, a dû s'exécuter onéreusement devant les prétentions exagérées de la propriété privée, il n'a fallu que ce seul exemple pour démontrer que les chemins de fer seraient impossibles sans une série de lois spéciales sur l'expropriation pour cause d'utilité publique.

La loi *ad hoc* du 6 mai 1841, « loi sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, » signée par le roi Louis-Philippe, le 3 mai 1841, et précédant de peu la loi célèbre du 11 juillet 1842 sur l'exécution des chemins de fer, indique bien la gravité du sujet, et l'intime corrélation qui existe entre tout ce qui touche aux expropriations, et tout ce qui concerne ces nouvelles voies de transports.

CHAPITRE II

DE LA RÉDACTION DES CONTRATS D'ENTREPRISE

Dans tous les contrats d'entreprise, on doit tenir compte, explicitement ou tacitement, des cinq chapitres ou titres suivants :

PRÉAMBULE.

Entre les soussignés : définition des ayant-droit, parties contractantes, avec énonciation bien précise de leurs noms, qualités, adresses, élections de domicile, pouvoirs, agissant tant en son propre nom que comme.... d'une part, et....... d'autre part, etc., il a été dit et convenu ce qui suit :

CHAPITRE ou TITRE Ier. — DÉFINITION DES TRAVAUX, OU OBJET DE L'ENTREPRISE.

Ici l'on énumérera en détail, ou d'une manière sommaire, l'objet du contrat, le nombre, l'espèce et les modes divers des travaux, soit par genre, soit par localités, soit par objets

précis. On aura bien soin de stipuler si l'on doit les exécuter compris ou non compris transports, — pose, — peintures, etc. ; si les frais d'essais ou d'expériences sont ou non à la charge de l'entrepreneur, et jusqu'à quel point il aura le droit de les modifier ou de proposer les modifications jugées nécessaires, en cours d'exécution, etc.

CHAPITRE II. — NATURE ET QUALITÉ DES MATÉRIAUX : ESSAIS OU ÉPREUVES, ETC.

Le DEUXIÈME TITRE (chapitre ou paragraphe, suivant l'importance ou l'étendue de la pièce) doit définir (en suite logique de la description des travaux à exécuter) la nature, la qualité, le mode d'emploi des matériaux : s'il y a des provenances spéciales à prescrire, on l'indiquera ici. — Les essais, expériences ou épreuves des ponts, rails, engins ou machines quelconques, devront être indiqués également ; — la quantité et le mode d'emmétrage ou d'étiquetage des approvisionnements en chantier; — leur mode de réception ; — leur mode d'emploi ; — en un mot, toutes les indications ou conditions de cet ordre d'idées prennent place naturellement dans cette deuxième partie de la convention.

CHAPITRE III. — DÉLAIS ET MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX.

Le TROISIÈME TITRE concernera les époques ou délais, et le mode d'exécution des travaux dans leur ensemble, savoir : les dates d'ouverture des chantiers, ateliers ou approvisionnements; — les délais d'achèvement; — les délais de rigueur, ou dédits, ou retenues par jour, par semaine ou par mois de retard, sauf cas de force majeure, ou contre-ordres donnés par écrit, de la part des ayant-droit, etc.

CHAPITRE IV. — PRIX ET MODES DE PAYEMENT.

Le QUATRIÈME TITRE sera relatif aux prix et modes de payement.

On ne peut naturellement parler du prix qu'après avoir bien déterminé la nature des travaux, leurs matériaux, et le plus ou moins d'urgence des délais exigeant l'emploi de moyens d'action plus ou moins énergiques, plus ou moins onéreux, et l'emploi simultané d'un nombre d'ouvriers et d'un personnel de direction et de surveillance plus ou moins considérables.

Entreprises à forfait ou par unités. — Les prix seront, tantôt *à forfait, au total*, par kilomètre, tantôt *à forfait, et au détail*, par mètre carré de la surface couverte de chaque espèce de bâtiments, ou par mètre linéaire ou superficiel de chaque genre, ou type de travaux d'art. — On peut stipuler aussi des prix à forfait pour le mètre cube *moyen* de terrassements ordinaires, — déblai ou remblai, — pour le mètre cube moyen de déblai en terrain compacte, ou d'extraction de roches, etc.

Entreprises sur séries des prix. — Le second mode de traiter consiste à s'engager à exécuter les travaux sur une *série des prix* déterminée, pour chaque espèce de matériaux ou de travaux. Mais ce deuxième mode, très-simple d'application lorsqu'il s'agit d'un travail élémentaire ne comportant l'emploi que de deux ou trois espèces de matériaux ou travaux, devient très-compliqué et sujet à bien des difficultés lorsqu'il doit s'étendre à tout l'ensemble d'une entreprise comportant alors plusieurs centaines de prix de détail différents.

Les contrats sur séries des prix sont, dit-on, quelquefois « des nids à procès, » et, en effet, il y a toujours quelque prix imprévu à fixer, ou sujet à interprétation ou à discussion.

D'un autre côté, ce mode d'exécution (sur séries des prix élémentaires) exige aussi, 1° un *contrôle détaillé* des quantités de matériaux entrés ou sortis; 2° des *attachements journaliers* pour le nombre des ouvriers employés; 3° des *attachements descriptifs* ou géométriques, des quantités et des formes de travail exécutés chaque jour; en un mot, un travail d'écritures considérable, dans lequel l'erreur ou la fraude peuvent aisément se glisser.

Tout le monde sait quels sont les procédés des fournisseurs de mauvaise foi qui font métrer plusieurs fois les mêmes quantités de matériaux, qui donnent des pots-de-vin, cadeaux ou invitations aux inspecteurs ou surveillants pour les amener à forcer les chiffres des cubes, des poids ou des surfaces, etc., etc.

Puis, à la vérification, une autre série de « procédés » de « tours de main, » de tous genres, sont usités pour les modes de mesurage, les *plus-values*, etc.

Le meilleur moyen de couper court à tous ces abus, est le mode du contrat à forfait, avec *contrôle parallèle* par attachements journaliers et géométriques, uniquement pour prévoir le cas de l'arrêt ou de la suspension des travaux, et pouvoir régler alors, à titre provisoire, au moyen d'une *série des prix auxiliaires*, convenue seulement pour les *travaux supplémentaires ou imprévus*.

Entreprise en régie intéressée. — Enfin, il existe un troisième mode d'entreprise : celui dit en régie intéressée. On sait que l'on appelle travaux *en régie* ceux où l'administration elle-même, en cas de défaut ou refus de l'entrepreneur, prend en main la direction ou régie de l'entreprise (*regere*, gouverner) et fait exécuter directement, à ses propres frais, sur des séries de prix déterminées, avec des tâcherons temporaires.

Or, il s'est présenté des cas (et beaucoup de chemins de fer ont été exécutés notamment par la maison Parent et Schaken, suivant ce mode), où l'entrepreneur exécute en régie secondaire, sous les yeux et avec le contrôle de la Compagnie à laquelle il est tenu de communiquer tous ses prix, et tous ses contrats avec les fournisseurs et tâcherons.

On lui *garantit un bénéfice*, par exemple de dix pour cent; et, si le bénéfice est supérieur (c'est-à-dire si le montant total des dépenses est de plus de dix pour cent inférieur aux prévisions du devis des ingénieurs), le surplus du bénéfice est partagé, dans un certain rapport, entre l'entrepreneur et la Compagnie. Cette dernière se trouve ainsi « intéressée » aux bénéfices de l'entrepreneur; et si les deux parties agissent de bonne foi et régulièrement, il peut en résulter des avantages réciproques par suite de concessions mutuelles.

Suivant les cas et les circonstances, tel ou tel mode de contrat sera préférable. Notre avis est que le régime des contrats à forfait donnera toujours, en général, des résultats plus économiques pour les Compagnies que le mode sur série des prix, et, en même temps, il laissera plus d'initiative et plus de facilité à un entrepreneur général intelligent et expérimenté.

Quant aux *époques*, et aux *modes de payement*, rien n'est plus variable, et chaque entrepreneur stipule ses conditions ou accepte celles des Compagnies ou les périodes indiquées.

Les payements ont lieu aussi, suivant les cas, en espèces, valeurs négociables, actions ou obligations des Compagnies, Bons hypothécaires, Bons d'annuités, etc.

CHAPITRE V. — CLAUSES ET CONDITIONS GÉNÉRALES.

Enfin, la cinquième partie de tout contrat doit contenir les « *clauses et conditions générales*, » c'est-à-dire les clauses résolutoires en cas de *décès*, en cas de *suspension* volontaire ou involontaire *des travaux*, en cas de *liquidation* de la Compagnie, ou *résiliation* de l'entrepreneur; enfin, en cas de *litiges, contestations*, arbitrages, etc., etc.

Tels sont, dans leur ensemble, les éléments de tous les contrats ou cahiers des charges relatifs aux chemins de fer.

CHAPITRE III

INSTRUCTION CONCERNANT LES ACQUISITIONS DE TERRAINS [1].

« La loi du 12 juillet 1865 a soumis les Compagnies d'intérêt local aux mêmes formalités que les grandes lignes, en leur imposant la loi du 3 mai 1841. » Il en résulte que le service des acquisitions est un des plus difficiles à organiser pour l'ingénieur chargé de la construction qui, n'ayant pas un service spécial de contentieux, est obligé de tout créer et de tout diriger Dans notre ligne, nous n'avons surmonté les difficultés pratiques qui se présentaient à chaque instant, qu'avec l'aide des bons conseils de M. Vergnol, l'habile et très-expérimenté chef du service du contentieux de la Compagnie des Charentes.

Nous ne saurions trop conseiller aux petites Compagnies d'insister auprès des départements, pour obtenir l'engagement de fournir les terrains nécessaires. Avant l'acte de concession, les communes sont disposées à tous les sacrifices, tandis qu'une fois sûres de la ligne, elles cherchent à exploiter les Compagnies en leur faisant payer leur terrain le plus cher possible.

Les renseignements pratiques que nous allons donner ci-dessous, n'ont d'autre but que d'éviter aux ingénieurs chargés de la construction de petites lignes, les recherches que nous avons dû faire.

C'est simplement le canevas des différentes opérations par lesquelles on doit passer pour en arriver à la cession amiable ou judiciaire des terrains nécessaires à la construction.

Les opérations préliminaires sont les suivantes :

1° Lever des plans parcellaires;
2° Applications sur les plans du projet de la ligne;
3° Rigolage et bornage des terrains;
4° Calcul des surfaces à acquérir;
5° Enquêtes parcellaires;
6° Relevé des actes de ventes publiques faites depuis dix ans;
7° Procès-verbal de classement des terrains;
8° Rapport d'expertise;
9° État parcellaire estimatif.

1° *Lever des plans parcellaires.* — Ce travail est généralement confié à un géomètre du pays ayant travaillé au cadastre (on en trouve facilement dans tous les départements). Il se fait. soit en régie, soit à l'aide d'un cahier des charges et d'une série des prix.

Nous avons préféré cette deuxième manière d'opérer, et nous avons adopté, en le modifiant légèrement, un marché de la Compagnie des Charentes.

En outre du plan parcellaire rapporté à l'échelle de 0m,001 pour 1 mètre, le géomètre est chargé de fournir un calque du plan cadastral pour une zone déterminée; il fournit également, pour toutes les parcelles comprises au plan parcellaire, un extrait des indications données par la matrice des rôles.

2° *Application sur les plans parcellaires du projet de la ligne.* — Une fois les plans terminés par le géomètre, l'ingénieur y fait rapporter le projet de la ligne comprenant le corps du chemin de fer, les ouvrages d'art, les déviations de chemins ou routes, les dérivations de cours d'eau; en un mot, le plan complet du chemin de fer à l'aide duquel on détermine les limites d'emprises et la zone à acquérir.

---

(1) Nous sommes redevables de ces utiles indications à M. HUGUET, Ingénieur en Chef, Directeur du Chemin de fer de Barbezieux à Châteauneuf.

3° *Rigolage et bornage des terrains.* — Le travail qui précède permet de déterminer géométriquement, sur le terrain, la surface à acquérir. On y procède à l'aide de bornes placées à tous les angles des lignes d'emprises qui sont figurées elles-mêmes à l'aide d'une rigole. Ce travail se fait également, soit en régie, soit à l'aide d'un entrepreneur. Nous avons également préféré cette deuxième manière d'opérer, et nous avons adopté le cahier des charges de la Compagnie des Charentes, modifié suivant nos besoins.

4° *Calcul des surfaces à acquérir.* — Ce travail doit être fait avec les plus grandes précautions; mais il ne présente rien de particulier. On établit les surfaces par parcelles, et on sérifie en cumulant par kilomètre; quelquefois on sérifie sur le terrain; mais cela coûte très-cher.

5° *Enquêtes parcellaires.*

Tous les documents ont été fournis.

6° *Relevé des actes de ventes publiques faites depuis dix ans.* — Ce travail se fait dans les bureaux de l'Enregistrement, conformément à une circulaire ministérielle en date du 9 avril 1843. On complète ce tableau par le relevé des actes de ventes amiables, baux et locations, et tous autres renseignements de nature à établir la valeur des terrains traversés.

7° *Procès-verbal de classement des terrains.* — L'agent des acquisitions fait dans chaque commune, et de concert avec le maire ou un membre du conseil municipal désigné par lui, et qui se fait assister par deux ou trois propriétaires des plus éclairés de la localité, et n'ayant pas de propriétés touchées par le chemin de fer projeté, un classement et un procès-verbal de classement par commune, de tous les terrains traversés par le chemin de fer, ainsi que de tous ceux qui figurent dans le relevé des ventes. Le classement devant servir de base aux estimations, le procès-verbal sera rédigé en double expédition et revêtu de la signature des classificateurs, afin que cette pièce ait un caractère authentique, et qu'on puisse, au besoin, la produire devant le jury, les propriétés ayant été classées par des propriétaires absolument désintéressés.

(Il est rare que le jury ne demande pas communication de cette pièce.)

8° *Rapport d'expertise.* — Ce rapport est dressé par l'agent chargé des acquisitions, et à l'aide des deux documents qui précèdent; dans le rapport, il établit la comparaison entre les propriétés figurant dans le relevé dont il a été question, et les propriétés qui doivent être acquises par le chemin de fer, en ayant égard aux adjudications et aux ventes les plus récentes, et surtout à celles qui concernent des terrains de même qualité et de même situation que les terrains expropriés.

Ce rapport est généralement divisé en deux parties.

La première contient les relevés des ventes :

1° Pour les parcelles atteintes par le chemin de fer (cas assez rare) ;

2° Pour les parcelles qui peuvent être assimilées à celles-ci (cas le plus habituel).

Malgré le relevé fait à l'Enregistrement, les renseignements manquent souvent pour assimiler toutes les classes de terrains traversés; il faut que l'agent des acquisitions s'entoure de renseignements locaux, et c'est là où il doit faire montre de son expérience et de sa connaissance des terrains.

La deuxième partie contient le prix des terrains de toute nature à acquérir par le chemin de fer.

Les divisions adoptées sont généralement les suivantes :

1° Bâtiments et constructions diverses;

2° Jardins, sols et cours;

3° Prés;

4° Vignes;

5° Terres;

6° Bois;

7° Pâtures, chaumes, etc.

Chacune de ces catégories est divisée en 6 classes, qui portent les dénominations suivantes : hors classes, 1re 2e, 3e, 4e et 5e cl. Ces classes sont elles-mêmes divisées en

deux choix. On établit également un prix pour les murs de clôture et un prix pour les haies des différents choix.

Ce document, très-important, est soumis à l'approbation de l'ingénieur et du conseil d'administration, et devient la base invariable à l'aide de laquelle on établit les états parcellaires estimatifs.

9° *Etats parcellaires estimatifs.* — Ces états sont dressés par lettre alphabétique et par commune; ils doivent comprendre en détail tous les éléments de l'estimation comme indemnité foncière, superficielle, locative et de dépréciation, tant comme allongement de parcours que comme morcellement, ainsi que tous autres qui pourraient être dus par suite de l'expropriation des terrains destinés au chemin de fer.

Le travail des estimatifs présentant une très-grande importance, il est bon de donner quelques détails sur les règles générales à suivre pour les dresser.

Dans les grandes Compagnies, on ajoute à la valeur vénale une plus-value de 30 à 40 p. 100, et cela à titre de prime, pour tenir compte aux propriétaires des frais de remploi et de l'ennui d'être dépossédés involontairement.

Cette habitude, bonne peut-être dans les grandes lignes, nous paraît très-exagérée pour les chemins de fer d'intérêt local, qui sont toujours un véritable bienfait pour les contrées qu'ils traversent et qui leur donnent une plus-value certaine. Dans notre ligne, nous n'avons donné que 5 p. 100 d'augmentation. Nous ne posons pas ce chiffre comme une règle absolue, mais nous pensons qu'il ne faut pas dépasser 10 p. 100. Cette prime doit être fixée par le conseil d'administration qui, mieux que personne, peut juger la proportion à adopter; elle est appliquée ensuite à chaque parcelle d'une manière générale et invariable, de manière à éviter le marchandage.

En outre de la valeur vénale, les indemnités accessoires sont de deux sortes :

1° Allongement de parcours;

2° Dépréciation résultant du morcellement.

Il est très-difficile d'établir des règles générales, mais on peut cependant déterminer des basses :

1° Pour l'allongement du parcours, on peut prendre comme unité, un hectare à un kilomètre, et payer cet allongement 130 francs. Cette indemnité n'est évidemment pas applicable à une petite parcelle à une petite distance; car en déterminant l'indemnité proportionnelle, on arriverait à une somme ridicule. La base vraie serait d'évaluer dans chaque cas le temps en plus qu'exigerait l'allongement du parcours pour la culture, la détermination en argent de la valeur de ce temps, et la détermination au denier dix de cette valeur. Comme on peut le voir, ce travail, pour être juste, demande une certaine intelligence.

2° Dépréciation par morcellement.

Quand une pièce de terre est coupée en deux régulièrement, des deux côtés de la voie, il faudra laisser une bande de terre d'une largeur de 4 mètres, sur laquelle tourne l'araire et qu'il est par conséquent difficile de cultiver. Ces deux bandes seront dépréciées. On alloue, dans ce cas, à titre d'indemnité, la moitié de la valeur de ces bandes.

Quand une pièce est coupée en diagonale donnant des figures tout à fait irrégulières, par exemple des pièces terminées en pointe, il y a là une dépréciation particulière résultant de la difficulté de la culture. On peut évaluer ainsi l'indemnité : on trace une ligne régularisant, autant que possible, la partie la plus grande de chaque parcelle; il reste deux triangles évidemment appréciés; on fixe l'indemnité du tiers au cinquième de la valeur vénale, suivant les difficultés de culture.

Il se présente enfin de nombreux cas spéciaux, dont l'agent chargé des acquisitions doit tenir compte. En résumé, le travail des estimatifs est très-difficile et très-minutieux, et demande beaucoup de soins, car c'est de lui d'où dépend la réussite des acquisitions amiables.

Une fois terminés, les états estimatifs sont soumis à l'examen de l'ingénieur et du conseil d'administration qui les approuvent *ne varietur*.

Nous sommes d'avis qu'il ne faut laisser aucune marge, de manière à éviter le marchandage, et le mécontentement des propriétaires ayant traité les premiers.

Dans les cas très-rares où des augmentations pourraient être nécessaires pour l'acquisition d'une grande propriété, le cas doit toujours être soumis à l'ingénieur, et si celui-ci venait à augmenter l'estimatif, ce ne doit jamais être sur la valeur vénale. Nous avons suivi cette règle, et nous nous en sommes bien trouvé.

Mode d'exécution.

Les opérations relatives aux acquisitions peuvent se faire de deux manières, soit par des agents payés mensuellement, soit par un agent agissant comme entrepreneur avec des prix arrêtés pour chaque opération. Nous avons adopté cette deuxième combinaison qui, avec des estimatifs invariables, est la plus rapide et la plus économique.

Les opérations nécessaires pour arriver à la prise de possession, sont les suivantes :

1° Prise de possession préalable avec intérêt à 5 p. 100 sur les sommes fixées, soit à l'amiable, soit par le jury ;

2° Acquisitions amiables ;

3° Prise de possession d'urgence ;

4° Fixation des indemnités par le jury.

La réussite des deux premières opérations dépend de bien des causes, mais surtout de l'intelligence et du savoir-faire de l'agent des acquisitions.

Il est bien difficile d'indiquer des règles à suivre ; car, malgré les difficultés résultant d'un pays riche et morcelé, sur un chiffre total de 207 propriétaires, 12 seulement sont passés devant le Jury.

Nous ne pouvons attribuer ce résultat qu'aux soins apportés dans la rédaction des états estimatifs et dans l'habileté de notre agent des acquisitions, propriétaire du pays, connaissant parfaitement les habitudes et le caractère de la population.

La prise de possession d'urgence ne se demande que dans des cas rares ; les formalités à accomplir sont tracées par la loi.

Quand on ne peut arriver à traiter à l'amiable, on est obligé d'avoir recours au jury. Ici, toutes les formalités sont tracées par la loi du 3 mai 1841.

Il existe plusieurs ouvrages traitant absolument de cette loi (entre autres celui de M. Léon Daffry, de la Monnoye, Auguste Durand, édit.,

Nous terminerons cette petite notice par un conseil : Suivant nous, il est essentiel que l'avocat de la Compagnie ait bien étudié toutes les questions à débattre avec l'agent des acquisitions et l'ingénieur de la Compagnie, qui doivent l'assister pendant la durée des débats. Ce petit détail est très-important, car il se présente souvent des difficultés techniques soulevées par les adversaires, qui peuvent avoir une grande influence sur le jury, et qui sont tranchées de suite, dans un sens ou dans l'autre, suivant que l'on est plus ou moins bien préparé.

CHAPITRE IV

CAHIER DES CHARGES ET SÉRIE DES PRIX

RELATIFS AUX OPÉRATIONS NÉCESSAIRES POUR LES ACQUISITIONS DE TERRAINS.

I. — Cahier des Charges.

ARTICLE PREMIER. — La présente entreprise a pour but :

1° De dresser les États dits *estimatifs* de chacune des communes traversées ;

2° D'obtenir la signature des Actes de vente portant consentement de la prise de possession et d'acceptation d'indemnité ;

3° D'obtenir la signature des Bulletins de consentement de prise de possession seulement ;

4° De dresser les Notes et de donner le concours nécessaire pour les opérations du jury;

5° L'exécution des différentes Opérations imprévues.

Art. 2. — *États estimatifs.* L'entrepreneur dressera pour chaque commune et à l'aide du procès-verbal de classification, des relevés d'actes de l'enregistrement qui lui seront communiqués ainsi que des renseignements qu'il recueillera par lui-même, un tableau dit *rapport d'expertise*, sur lequel il proposera les bases d'estimation correspondant à chacune des classes et catégories adoptées par les classificateurs. Cette pièce sera soumise à l'approbation de l'ingénieur et du conseil d'administration. Dès qu'elle sera revêtue de cette approbation, l'entrepreneur dressera les états dits *estimatifs* de chacune des communes traversées. Ces états comprendront en détail tous les éléments de l'estimation comme indemnité foncière, superficielle, locative et de dépréciation tant comme allongement de parcours que comme morcellement, ainsi que toutes autres qui pourraient être dues par suite de l'expropriation des terrains destinés au chemin de fer.

Ces états devront contenir dans la colonne d'observations toutes les justifications spéciales nécessaires et le montant total de l'indemnité devra être ressorti pour chaque propriétaire.

Plus seront dressées *trois expéditions.*

La Compagnie pourra d'ailleurs, si elle le juge convenable, faire dresser ces états par ses agents.

Art. 3. — *Signature des Actes de vente.* Dès que les états ci-dessus détaillés auront reçu l'approbation de la Compagnie, ils seront retournés à l'entrepreneur, qui devra aussitôt après entrer en négociation avec divers propriétaires pour obtenir leur adhésion dans la limite des prix approuvés.

L'adhésion sera obtenue sous forme de traité réalisable après le jugement d'expropriation par acte passé devant notaire ou devant le maire.

A cet effet, les imprimés seront fournis gratuitement à l'entrepreneur par la Compagnie. Ces traités seront dressés en double expédition et l'entrepreneur les signera avec les propriétaires dont il aura obtenu l'adhésion. Une expédition sera remise au propriétaire; l'autre expédition, dûment signée, sera transmise au directeur de la Compagnie. L'entrepreneur ne pourra traiter avec aucun propriétaire en dehors des chiffres portés à l'estimatif sans l'autorisation du directeur. Il devra s'attacher à faire accepter des actions de la Compagnie aux propriétaires.

Art. 4. — *Signature des Bulletins de prise de possession.*

Si des propriétaires refusaient d'accepter les offres de la Compagnie, l'entrepreneur présenterait en double expédition à la signature de chacun d'eux, des bulletins de consentement d'occupation immédiate dont les modèles imprimés seront fournis par la Compagnie. Une expédition sera remise au propriétaire; l'autre expédition, dûment signée, sera transmise au directeur de la Compagnie. Dans le cas où des propriétaires, après avoir signé des bulletins de prise de possession, consentiraient à signer des actes de vente, le bulletin de prise de possession serait annulé, et l'entrepreneur ne pourra jamais recevoir que le prix fixé à la série pour cette opération.

Art. 5. — *Notes et concours pour le Jury.* Si la Compagnie est obligée de recourir au jury, l'entrepreneur dressera pour chaque parcelle et par propriétaire un rapport et une note portant la justification complète des estimations et faisant ressortir les erreurs et les exagérations des demandes des propriétaires.

L'entrepreneur remettra les renseignements au directeur, au moins quinze jours avant la réunion du jury. Il devra se rendre près de l'ingénieur et de l'avocat, toutes les fois que l'intérêt de la Compagnie l'exigera.

Art. 6. — Lors de la réunion du Jury d'expropriation, l'entrepreneur assistera aux visites sur les lieux et à toutes les opérations du jury, et fournira tous les renseignements qui pourront lui être demandés.

Art. 7. — Dans les huit jours qui suivront la réunion du jury l'entrepreneur remettra à l'Ingénieur une copie, en double expédition, de la décision du jury.

II. — Série des Prix.

Art. 8. — Les prix des travaux qui font l'objet du présent Cahier des charges seront fixés à forfait pour chacun des articles, conformément au tableau ci-après.

Moyennant les prix indiqués, l'entrepreneur devra faire toutes les opérations détaillées au cahier des charges et ne pourra rien réclamer pour les travaux qui y sont consignés et pour lesquels aucun prix spécial n'est stipulé, ces travaux étant l'une des charges de l'entreprise et la rémunération en étant comprise dans les prix d'ensemble. Ces prix seront payés à l'entrepreneur jusqu'à concurrence de 9/10 et au prorata des travaux exécutés, sur des situations mensuelles dressées par les soins du directeur de la Compagnie. Les payements auront lieu à Angoulême, au Crédit agricole.

Le dernier dixième, conservé par la Compagnie comme retenue de garantie de l'entière exécution des travaux d'opération de l'entrepreneur, lui sera payé sans intérêt, trois mois après la décision du jury.

NUMÉROS ou PRIX.	DÉTAIL DES OPÉRATIONS OU TRAVAUX	NUMÉROS correspondant aux articles du cahier des charges.	UNITÉS de COMPTE.	PRIX de L'UNITÉ.
1°	États estimatifs dressés suivant les prescriptions du cahier des charges en trois expéditions..	2	le kilomètre	30 »
2°	Signature des actes de ventes, portant consentement de prise de possession et acceptation d'indemnité	3	par Propriétaire	8 »
3°	Signature des bulletins de consentement de la prise de possession seulement............	»	do	3 »
4°	Notes et concours pour le Jury.............	5	do	15 »
5°	Honoraires de chaque vacation de 3 heures employée à des opérations non prévues au cahier des charges........................	»	la vacation	3 »
6°	Indépendamment des prix ci-dessus attribués à l'entrepreneur, ce dernier aura droit à cinq pour cent sur le chiffre des actions qu'il pourra placer en payement des indemnités..................................	»	pour chaque 500 fr.	25 »

Art. 9. — Les frais d'enregistrement du présent cahier des charges seront supportés par l'entrepreneur.

Dressé et proposé par l'Ingénieur-Directeur de la Compagnie.

Barbezieux, le 20 avril 1870.

Vu et approuvé par le Conseil d'administration dans sa séance du 21 avril 1870.

Barbezieux, le 21 avril 1870.

Le Président de Conseil d'administration,

Le Vice-Président administrateur délégué,

Accepté par l'entrepreneur soussigné,

A Barbezieux, le 26 avril 1870.

CHAPITRE V

PRIX DES ACQUISITIONS DE TERRAINS

Le prix moyen des acquisitions pour les indemnités est extraordinairement variable suivant les localités. Voici ce qu'il en a coûté, par mètre courant, à divers chemins de fer de France, d'Angleterre, de Belgique et d'Amérique :

France,	De Saint-Étienne à Lyon....................	50f »
—	D'Andrezieux à Roanne.....................	15 »
Angleterre.	De Manchester à Liverpool..................	35 »
—	De Darlington à Stokton....................	18 »
Belgique.	D'Anvers à Bruxelles et Terremonde...........	18 »
Amérique.	De la Providence à Stonington. État de Rhode-Island..................................	3 30
—	D'Amboy à Camden, État de Long-Island.......	6 20

L'établissement d'un chemin de fer nécessite, pour les acquisitions des terrains, des dépenses beaucoup plus considérables lorsque la ligne parcourt des lieux très-accidentés, que lorsqu'elle traverse un pays à surface plane ou peu inclinée. Le besoin de grandes courbes impose des directions dont, le plus souvent, on ne pourrait s'écarter, même légèrement, sans s'exposer à tomber dans des travaux d'art et de terrassement qui entraîneraient de grands frais. D'un autre côté, les propriétaires appelés à faire la cession de leur terrain veulent rarement comprendre ces considérations, ce qui rend les transactions fort difficiles. Ainsi, plusieurs fois, on doit refuser de conduire la ligne par un emplacement à leur convenance qu'ils offrent d'abandonner gratuitement, et la résistance de l'ingénieur les jette dans un état d'irritation qui peut susciter de grands embarras.

Lorsque les propriétés sont très-divisées, et surtout aux abords des grandes villes, où se trouvent plus fréquemment des bâtiments, des maisons de campagne, des jardins, des clôtures, etc., il devient presque impossible de fixer, même approximativement, le chiffre de la dépense. Dans ces circonstances, la valeur réelle de la propriété se grossit nécessairement des prétentions du propriétaire ; et si l'on a affaire à un homme difficultueux, il ne manque jamais, pour appuyer sa réclamation, d'arguments, de raisons imprévues, subtiles et spécieuses, contre lesquels l'impartialité des juges ne sait pas toujours se défendre. Il en est de même des indemnités pour occupations temporaires : chemins, passages, dommages dans la récolte, privation des eaux, etc., deviennent de la part des petits propriétaires l'objet des demandes les plus exagérées, surtout lorsqu'ils supposent que le préjudice qu'ils ont éprouvé est le fait des agents de la Compagnie. Aussi convient-il de stipuler, de la manière la plus formelle, dans les marchés avec les entrepreneurs, que toutes ces indemnités seront à leur charge.



CHAPITRE VI

DOCUMENTS DIVERS

MODÈLES DE MARCHÉS OU CONTRATS.

Document n° 1.

DÉCRET du 8 février 1868 sur l'EXTRACTION DES MATÉRIAUX et L'OCCUPATION TEMPORAIRE des terrains.

NAPOLÉON, etc.

Sur la proposition de notre ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics;

Vu les arrêts du conseil du 7 septembre 1755 et 20 mars 1780;

Vu la loi du 28 septembre-6 octobre 1791;

Vu la loi du 28 pluviôse an VIII, sur les attributions des conseils de préfecture;

Vu les articles 55 et 56 de la loi du 16 septembre 1807;

Vu l'avis du conseil général des ponts et chaussées;

La section de l'agriculture, du commerce, des travaux publics et des beaux-arts de notre conseil d'État entendue;

Avons décrété et décrétons ce qui suit :

Article premier. — Lorsqu'il y a lieu d'occuper temporairement un terrain, soit pour y extraire des terres ou des matériaux, soit pour tout autre objet relatif à l'exécution des travaux publics, cette occupation est autorisée par un arrêté du préfet, indiquant le nom de la commune où le terrain est situé, les numéros que les parcelles dont il se compose portent sur le plan cadastral, et le nom du propriétaire.

Cet arrêté vise le devis qui désigne le terrain à occuper, ou le rapport par lequel l'ingénieur en chef chargé de la direction des travaux propose l'occupation.

Un exemplaire du présent règlement est annexé à l'arrêté.

Art. 2. — Le Préfet envoie ampliation de son arrêté à l'ingénieur en chef et au maire de la commune. L'ingénieur en chef en remet une copie certifiée à l'entrepreneur, le maire notifie l'arrêté au propriétaire du terrain ou à son représentant.

Art. 3. — En cas d'arrangement à l'amiable entre le propriétaire et l'entrepreneur, ce dernier est tenu de présenter aux ingénieurs, toutes les fois qu'il en est requis, le consentement écrit du propriétaire ou le traité qu'il a fait avec lui.

Art. 4. — A défaut de convention amiable, l'entrepreneur, préalablement à toute occupation de terrain désigné, fait au propriétaire, ou, s'il ne demeure pas dans la commune, à son fermier, locataire ou gérant, une notification par lettre chargée indiquant le jour où il compte se rendre sur les lieux ou s'y faire représenter. Il l'invite à désigner un expert pour procéder, contradictoirement avec celui qu'il aura lui-même choisi, à la constatation de l'état des lieux.

En même temps l'entrepreneur informe par écrit le maire de la commune de la notification faite par lui au propriétaire.

Entre cette notification et la visite des lieux, il doit y avoir un intervalle de dix jours au moins.

Art. 5. — Au jour fixé, les deux experts procèdent ensemble à leurs opérations contradictoires. Il s'attachent à constater l'état des lieux, de manière qu'en rapprochant plus tard cette constatation de celle qui sera faite après l'exécution des travaux, on ait les éléments nécessaires pour évaluer la dépréciation du terrain ou faire l'estimation des dommages. Ils font eux-mêmes cette estimation si l'entrepreneur et le propriétaire y consentent.

Ils dressent leur procès-verbal en trois expéditions, dont l'une est remise au propriétaire du terrain, une autre à l'entrepreneur, et la troisième au maire de la commune.

Art. 6. — Si, dans le délai fixé par le dernier paragraphe de l'article 4, le propriétaire refuse ou néglige de nommer son expert, le maire en désigne un d'office, pour opérer contradictoirement avec l'expert de l'entrepreneur.

Art. 7. — Immédiatement après les constatations prescrites par les articles précédents, l'entrepreneur peut occuper le terrain et y commencer les travaux autorisés par l'arrêté du préfet, tous les droits du propriétaire étant réservés en ce qui concerne le règlement de l'indemnité.

Toutefois, s'il existe sur ce terrain des arbres fruitiers ou de haute futaie qu'il soit nécessaire d'abattre, l'entrepreneur est tenu de les laisser subsister jusqu'à ce que l'estimation en ait été faite dans les formes voulues par la loi.

En cas d'opposition de la part du propriétaire, l'occupation a lieu avec l'assistance du maire ou de son délégué.

Art. 8. — Après l'achèvement des travaux et, s'ils doivent durer plusieurs années, à la fin de chaque campagne, il est fait une nouvelle constatation de l'état des lieux.

A défaut d'accord entre l'entrepreneur et le propriétaire pour l'évaluation partielle ou totale de l'indemnité, il est procédé conformément à l'article 56 de la loi du 16 septembre 1807.

Art. 9. — Lorsque les travaux sont exécutés directement par l'administration sans intermédiaire d'un entrepreneur, il est procédé comme il est dit ci-dessus; mais alors la notification prescrite dans l'article 4 est faite par les soins de l'ingénieur, et l'expert chargé de constater l'état des lieux, contradictoirement avec celui du propriétaire, est nommé par le préfet.

Art. 10. — Notre ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait au palais des Tuileries, le 8 février 1868.

NAPOLÉON.

Par l'Empereur ;

Le Ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics,

de Forcade.

Document n° 2.

Vérification à l'Enregistrement pour les expropriations.

Les Ministres des Travaux publics et des Finances se sont entendus pour donner, à cet égard, toutes facilités aux Ingénieurs; une circulaire, en date du 9 août 1843, a été adressée aux Préfets pour les informer des instructions données, dans ce sens, par le Ministre des Finances aux Directeurs des domaines.

La circulaire du 9 août 1843 s'exprime ainsi :

« Dans le but de faciliter le travail d'appréciation des indemnités, M. le Ministre des « Finances vient de décider, sur la demande de M. le Ministre des Travaux publics, qu'à « l'avenir MM. les Ingénieurs des ponts et chaussées et autres agents de l'Administration « des travaux publics sont autorisés à se présenter dans les bureaux de l'Enregistrement « pendant les heures d'ouverture de ses bureaux, pour y prendre, au vu des registres, « tables, sommiers et autres documents, tous les renseignements nécessaires aux évaluations dont ils sont chargés.

« Des instructions sont adressées, pour l'exécution de cette décision, aux préposés de « l'Enregistrement et des Domaines, etc. »

D'un autre côté, le cahier des charges de toute concession contient la disposition suivante :

« L'entreprise étant d'utilité publique, les concessionnaires ou la Compagnie conces-

« sionnaire sont investis, pour l'exécution des travaux dépendant de leur concession, de « tous les droits que les lois et les règlements confèrent à l'Administration en matière de « travaux publics, soit pour l'acquisition des terrains par voie d'expropriation, soit, etc. »

Il n'y a donc aucun doute sur le droit des concessionnaires ou des Compagnies de prendre, sans déplacement, communication des registres et autres documents dans les bureaux de l'Enregistrement; de faire, à l'aide de ces renseignements, le travail d'évaluation qui leur est nécessaire, sans avoir aucune rétribution à allouer aux receveurs de ces bureaux.

Il suffira d'adresser une demande au Directeur de l'enregistrement, du domaine et du timbre du département. Celui-ci, de son côté, donnera des instructions aux receveurs des chefs-lieux de canton pour qu'ils aient à communiquer leurs registres à la personne désignée par la Compagnie pour en prendre connaissance.

Document n° 3.

Observations de M. NORDLING sur les marchés de terrassements (1).

Sous le titre modeste d'étude sur la jurisprudence en cette matière, M Nordling expose une théorie complète des marchés de terrassements, dans laquelle il s'attache à préciser la difficulté relative à la fixation du prix des déblais et pourquoi elle réclame une place à part dans le cadre des marchés sur série de prix.

Après avoir rappelé sommairement les conditions générales des conventions sur série de prix et, tout particulièrement, celles de leurs clauses qui déterminent le caractère spécial de ce genre de traité et les limites dans lesquelles peuvent varier les quantités de travaux prévues, sans que les entrepreneurs soient en droit d'élever des réclamations sur les prix de l'unité ; après avoir démontré combien il est avantageux pour les Compagnies de se réserver la libre disposition de tous les travaux imprévus, source ordinaire des difficultés qui apparaissent au moment des règlements définitifs, M. Nordling, comparant les résultats de son expérience personnelle avec les jugements rendus à l'occasion des procès survenus à la suite de l'exécution de grands travaux de terrassements, donne libéralement aux Ingénieurs un certain nombre de conseils fort utiles au sujet de la rédaction de ces marchés. Ces conseils inspirent d'autant plus de confiance qu'ils sont basés sur un principe qui concilie entre elles les décisions judiciaires les plus contradictoires en apparence.

Il y a une différence capitale qui distingue les travaux de terrassements des travaux de maçonnerie, de charpente, etc. Ces derniers, l'homme les crée selon sa volonté, les dispose suivant les besoins. Les premiers, au contraire, s'attaquent à des œuvres de la nature. Si les ouvrages de maçonnerie peuvent s'exécuter dans des conditions parfaitement arrêtées à l'avance, il n'en saurait être ainsi pour les travaux de déblais.

En ce qui concerne la détermination du prix des terrassements, il est, par suite, impossible de classer les déblais, soit d'après leur composition géologique, soit d'après leur résistance au pic et à la poudre, attendu que le caprice avec lequel la nature procède rend impraticable le tracé de toute ligne de démarcation absolue entre les terres.

Aussi a-t-on rejeté le système de classification des déblais, qui entraîne presque toujours à sa suite des procès interminables; et, au lieu de traiter à tant du mètre cube de telle ou telle catégorie, mais de position indéterminée, on convient d'un prix par mètre cube dans tel emplacement déterminé, défini par des profils, basé sur des sondages suffisamment multipliés pour donner une connaissance exacte, ou peu s'en faut, de la nature du sol à déblayer.

C'est après avoir établi le prix du déblai pour chaque tranchée d'un lot de terrassements qu'on calcule le prix moyen pour la fouille, la charge, le transport et la décharge

(1) Voir Level, *De la Construction et de l'Exploitation des Chemins de fer d'intérêt local.*

des déblais du lot tout entier, et ce chiffre, qu'on inscrit dans le marché, devient un nouveau forfait.

On conçoit, dès lors, quelles minutieuses investigations il faut apporter dans l'étude des résultats des sondages, avec quel soin on doit procéder dans le calcul des distances de transport, avant d'établir le prix moyen sur lequel les entrepreneurs baseront leurs soumissions.

M. Nordling recommande principalement deux points :

1° Multiplier les sondages et les descendre jusqu'au niveau de la plate-forme, de façon à ne laisser aucun doute sur la nature, la substance des déblais ;

2° Inscrire dans la légende des prix l'énumération des différentes sortes de déblais qu'on suppose devoir être rencontrées : terres, graviers, sables, grès, granits vifs ou décomposés, basaltes, etc., de manière que les entrepreneurs ne puissent jamais révoquer en doute la commune intention des parties.

M. Nordling établit, avec une grande force d'arguments, *qu'il ne suffit pas d'inscrire* au marché que le prix *moyen* des terrassements s'appliquera invariablement à toutes les natures de terrains, prévues ou non, que l'entrepreneur pourra rencontrer.

S'étayant des articles 1134, 1109, 1110, 1156, 1163, 1694, 1964, 1793 et 1794 du Code Napoléon, et des décisions judiciaires intervenues à la suite de dix-huit procès se rapportant à des marchés de terrassements, M. Nordling démontre péremptoirement que lorsque les entrepreneurs ont traité à forfait *sur une série de prix, ils ne peuvent ultérieurement exciper de leur ignorance* au sujet de la substance même des terres ou des rochers dont ils auraient eu à effectuer le déplacement, pour demander des indemnités à raison de leur qualité ; que, par suite, l'imprévu rentre dans la clause aléatoire du prix à forfait, et n'est sujet à révision que pour cause d'erreur matérielle.

Cette question de la rédaction des marchés de terrassements est des plus intéressantes et des plus délicates : « Avec des marchés bien faits et loyalement exécutés, les Ingénieurs « ne sauraient succomber devant les tribunaux. Ils triompheront d'autant plus sûrement, « qu'ils se fieront un peu moins à ce qu'ils auront écrit dans leurs cahiers des charges, « et qu'ils se préoccuperont un peu plus de ce qui est écrit dans le Code Napoléon. »

Telle est la conclusion du travail que nous venons d'analyser et dont nous signalons la haute valeur pratique et les importants développements à l'attention des Compagnies de chemins de fer d'intérêt local.

Document n° 4.

Modèle de Traité pour CHANGEMENTS ET CROISEMENTS DE VOIES.

Entre la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres, dont le siége est à Bruxelles, rue du Commerce, n° 1, représentée par MM. Charles Goschler, directeur général, et Léon Marsillon, ingénieur en chef, agissant au nom et pour le compte de M. Laurent-Louis Mouton, entrepreneur général dudit chemin de fer, sous réserve d'approbation par le conseil d'administration de ladite Compagnie, d'une part,

Et M. Ferdinand Bolle, industriel, demeurant à Bouffioulx, près de Chatelineau, aujourd'hui présent à Bruxelles, agissant pour son compte personnel, d'autre part ;

A été convenu et arrêté ce qui suit :

Art. 1er. — M. Bolle s'engage à fournir à la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres tous les changements et croisements de voie, ainsi que les appareils de signaux à distance à employer sur la ligne principale de Saint-Ghislain à Audenaerde.

Le nombre de changements et croisements de voie est fixé à cent ; celui des disques et signaux à vingt ; étant entendu que ces quantités pourront être augmentées ou diminuées d'un dixième au gré de la Compagnie.

Art. 2. — Chaque assortiment sera composé d'un changement construit conformément aux plans de la Compagnie, et d'un croisement du système Loicq, breveté.

Art. 3. — La fourniture comprendra toutes les matières métalliques et la main-d'œuvre nécessaire pour l'exécution desdits appareils. Il n'y a d'excepté que les rails contre-aiguilles du changement et les contre-rails du croisement, ainsi que les rails formant la voie, qui seront fournis et livrés par la Compagnie à la station de Bouffioulx, mais dont la main-d'œuvre incombe au fournisseur.

Les boulons nécessaires pour fixer les appareils sur les charpentes, restent à la charge de la Compagnie.

Les droits de brevet du croisement Loicq étant compris dans le prix de la fourniture stipulé à l'article suivant, sont entièrement à la charge de M. Bolle.

Art. 4. — Le prix de chaque assortiment de changements et de croisements de voie, défini comme il vient d'être dit, livré sur wagons à la station de Chatelineau, est fixé à la somme de sept cent vingt francs, payables au fur et à mesure de la livraison, au moyen d'obligations de la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres, au prix de deux cent quatre-vingt-dix francs l'une. M. Bolle bonifiera à la Compagnie l'intérêt échu sur lesdites obligations au moment de la réception des fournitures.

Art. 5. — La fourniture des appareils et signaux à distance comprend :

Les objets en bois de chêne, tels que le grand poteau servant à fixer les appareils à disques, le poteau de manœuvre, dix poteaux conducteurs, tous les ferrements, lanternes, fil de fer galvanisé sur une longueur de deux cents mètres, en un mot tout ce qui constitue l'appareil en usage sur les chemins de fer de l'État belge.

Art. 6. — Le prix de chaque appareil complet, livré sur wagons à la station de Chatelineau, est fixé à quatre cents francs, payables comme pour les changements et croisements en obligations de la Compagnie Hainaut et Flandres.

Art. 7. — La quantité à fournir par mois est fixée à vingt assortiments de changements et croisements de voie, et quatre appareils de signaux à distance, le tout à compter du 15 juin prochain, de manière à ce que toute la fourniture soit terminée le 15 octobre de la présente année.

Art. 8. — Les fournitures et travaux faisant l'objet de la présente convention devront satisfaire, en ce qui concerne la qualité des matières et l'exécution, aux clauses et conditions imposées par l'État belge pour les mêmes ouvrages. Il est néanmoins stipulé comme clause spéciale, que les aiguilles de changement de voie à fournir par M. Bolle seront en fer à mitraille, dit fer numéro quatre (N° 4). Les réceptions auront lieu chaque mois à l'usine de M. Bolle, par les agents de la Compagnie, et il sera dressé un procès-verbal de réception en double expédition pour servir au règlement du fournisseur.

Art. 9. — Les contestations qui pourraient s'élever à l'égard des présentes ou de leur interprétation, seront jugées en dernier ressort par M. Gobert, ingénieur en chef du matériel des chemins de fer de l'État belge.

Art. 10. — Si l'enregistrement des présentes devenait nécessaire, les frais qui en résulteront seront à la charge de celle des parties qui y aura donné lieu.

Ainsi fait double à Bruxelles.

Approuvé l'écriture.
(Signé) Ch. Goschler.

Approuvé l'écriture.
(Signé) Léon Marsillon.

Approuvé l'écriture.
(Signé) F. Bolle.

Document n° 5.

Modèle de Contrat pour fourniture de PLAQUES TOURNANTES.

Entre la Société anonyme du chemin de fer de Hainaut et Flandres, dont le siége est à Bruxelles, rue du Commerce, n° 1, représentée par MM. Gernaert et Marsillon, ingénieurs, faisant provisoirement fonctions de directeur général, agissant au nom et pour

compte de M. Laurent-Louis Mouton, entrepreneur général dudit chemin de fer, sous réserve d'approbation par le conseil d'administration de ladite Compagnie, d'une part;

Et M. Charles Marcellis, propriétaire de fonderies et d'ateliers de construction, domicilié à Liége, d'autre part;

Il a été convenu de ce qui suit :

Art. 1er. — M. Marcellis s'engage à construire pour la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres, qui accepte, les appareils suivants :

Une grande plate-forme de douze mètres quatre-vingts centimètres en tôle.

Quarante plates-formes de quatre mètres trente centimètres en tôle. Ces appareils seront en tous points conformes aux derniers modèles de l'État belge.

Art. 2. — La livraison de ces divers appareils se fera successivement et devra être terminée dans le délai de quatre mois, pour une quantité de vingt-cinq plates-formes de quatre mètres trente centimètres, et de trois mois pour la grande plate-forme de douze mètres quatre-vingts centimètres, et dans le délai de sept mois pour le restant de la fourniture.

Les délais ci-dessus prendront cours à la date de la ratification du présent marché par le conseil d'administration de la Compagnie. Avis de cette ratification sera donné au constructeur par les ingénieurs faisant provisoirement fonctions de directeur général.

Art. 3. — A l'achèvement des divers appareils, M. Marcellis en informera la Compagnie, qui fera procéder par ses agents ou ceux de l'État à leur réception, à l'usine du constructeur.

Ces réceptions se feront au fur et à mesure de l'achèvement complet de chaque appareil, ou pour cinq appareils à la fois, au gré de la Compagnie.

Art. 4. — Le prix des appareils est fixé comme suit :

Une grande plate-forme de douze mètres quatre-vingts centimètres, à douze mille francs	12,000 fr.
Quarante plates-formes de quatre mètres trente centimètres, à deux mille quatre cents francs l'une	96,000
Ensemble, cent huit mille francs	108,000 fr.

Les prix ci-dessus comprennent toutes les fournitures et mains-d'œuvre généralement quelconques, les frais de montage à l'usine du constructeur, pour faciliter les épreuves et les réceptions, le transport et la mise sur wagons des pièces à l'une des stations de la ville de Liége à désigner par la Compagnie.

Art. 5. — Les payements se feront en espèces au siége de la Société, à Bruxelles, dans les huit jours qui suivront les réceptions partielles.

Si la Société ne faisait pas procéder à la réception dans les quinze jours qui suivront l'avis de M. Marcellis, le payement du montant des appareils prêts à être reçus devra être effectué dans les huit jours suivants.

Art. 6. — M. Marcellis restera responsable pendant 6 mois, à partir de l'expédition, des pièces des appareils fournis en vertu du présent contrat, c'est-à-dire qu'il devra remplacer à ses frais, et sans aucune indemnité, toute pièce qui, pendant ce temps, venant à manquer, accuserait un défaut de matière ou de fabrication qui aurait contribué à la rupture. Cette garantie ne sera pas obstative aux payements.

Art. 7. — Les appareils à fournir par M. Marcellis devront être fabriqués de matériaux d'aussi bonne qualité, et avec un soin aussi parfait que les meilleurs appareils similaires existant aux chemins de fer de l'État belge.

Art. 8. — En cas de retard dans la fourniture de la part de M. Marcellis, il sera soumis à une amende, pour chaque jour de retard, de dix francs pour la grande plate-forme de douze mètres quatre-vingts centimètres, et de cinq francs pour chaque plate-forme de quatre mètres trente centimètres.

Art. 9. — Toutes contestations relatives au présent contrat seront réglées par deux arbitres amiables compositeurs choisis de part et d'autre, jugeant en dernier ressort, sans

appel ni recours en cassation. Pour le cas où ces arbitres ne parviendraient pas à s'entendre, ils en nommeraient un troisième ; et enfin s'ils ne s'entendaient pas, quant à cette nomination du tiers arbitre, elle serait faite par M. le président du tribunal de commerce de Bruxelles.

Fait double à Bruxelles.

Approuvé l'écriture.	*Approuvé l'écriture.*
(Signé) Léon MARSILLON.	(Signé) A. GERNAERT.

Document n° 6.

Modèle de traité pour Ponts en tôle et en fer.

Entre la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres, dont le siége est à Bruxelles, rue du Commerce, n° 1, représentée par MM. Charles Goschler, directeur général, et Léon Marsillon, ingénieur en chef, agissant au nom et pour le compte de M. Laurent Mouton, entrepreneur général dudit chemin de fer, sous réserve d'approbation par le conseil d'administration de ladite Compagnie,

D'une part,

Et MM. J. F. Cail, Halot et Ce, ingénieurs-mécaniciens, demeurant à Bruxelles, rue Derosne, n° 35, au faubourg de Flandres, représentés aux présentes par M. Charles Halot, fondé de pouvoir et porteur de procuration de la firme (griffe ou signature sociale),

D'autre part,

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

Article 1er. — MM. J. F. Cail, Halot et Ce prennent l'engagement de fournir à la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres toute la partie métallique de quinze ponts en fer et de six ponts en tôle, répartis comme suit, entre Saint-Ghislain et Audenaerde.

1° DE SAINT-GHISLAIN A LEUZE.

Ponts en fer..........	Trois de $5^m,00$ dont un biais.
	Un de $3^m,50$, biais.
	Trois de $2^m,00$.
Ponts en tôle et fer...	Un de $18^m,00$, biais, sur le canal de Mons à Condé.
	Un de $8^m,00$, biais, sur la rivière la Haine.

2° DE LEUZE A AUDENAERDE.

Ponts en fer..........	Sept de $5^m,00$.
	Un de $4^m,00$, à porter éventuellement à $5^m,00$.
Ponts en tôle et fer...	Un de $24^m,00$, biais, sur l'Escaut à Audenaerde.
	Deux de $8^m,00$ sur les fossés des fortifications à Audenaerde.
	Un de $8^m,00$, biais, sur la route de Renaix à Lessines.

Art. 2. — Cette fourniture sera faite conformément aux cahiers des charges annexés au présent traité et aux plans, dessins et descriptions qui seront remis aux constructeurs.

Il est entendu toutefois que la Compagnie se réserve de faire telles modifications qui pourraient lui paraître nécessaires en cours d'exécution, sans qu'il puisse en résulter une augmentation de prix, pourvu que les constructeurs soient prévenus en temps utile et conformément au § 7 de l'article 3 du cahier des charges des ponts en tôle.

De même les constructeurs pourront proposer des modifications aux dispositions arrêtées, à la condition expresse qu'elles seront agréées par la Compagnie ou son représentant avant d'être mises à exécution, et qu'elles ne pourront retarder les époques prévues ci-après pour les délais d'achèvement.

Art. 3. — Tous ces travaux devront être terminés et mis en place dans le délai de trois mois pour les ponts de deux à huit mètres d'ouverture inclusivement et de quatre mois

pour les deux ponts de dix-huit à vingt-quatre mètres, à dater de la remise des plans et dans l'ordre qui sera indiqué par la Compagnie.

Les constructeurs pourront faire recevoir provisoirement dans leurs ateliers tous les ponts au fur et à mesure de leur achèvement.

Si la livraison des ponts n'était pas faite successivement et dans le délai indiqué, il serait, sans qu'il fût besoin d'aucune mise en demeure, retenu aux constructeurs à titre d'indemnité et sur les premiers payements à leur faire, cinquante francs pour chaque pont et pour chaque semaine de retard, sous la réserve la plus expresse de tous dommages-intérêts pour réparation du préjudice que tout retard pourrait faire éprouver à la Compagnie.

Art. 4. — Tous les matériaux de construction, la main-d'œuvre, le transport à pied d'œuvre, le montage y compris les frais d'échafaudage et la peinture sont à la charge des constructeurs.

La Compagnie ne prend à sa charge que le transport sur la section en exploitation de la Pinte à Audenaerde, conformément à l'article 13, § 41 du cahier des charges des ponts en tôle à grande portée annexé aux présentes.

Art. 5. — Les prix des travaux qui font l'objet du présent marché seront fixés, savoir :

Pour les ponts de deux mètres à cinq mètres inclusivement (d'ouverture), à cinquante-deux francs les cent kilogrammes, tant pour la fonte, les fers spéciaux, les boulons et pièces de forge généralement quelconques, tant pour l'assemblage des parties métalliques que pour celui des bois, les tôles, le garde-corps et le plomb, quelles que soient les quantités relatives de chacun des éléments qui composent ces ponts;

Pour les ponts en tôle proprement dits au-dessus de cinq mètres d'ouverture, à soixante francs les cent kilogrammes de matière quelconque entrant dans la composition de chaque pont comme il est dit ci-dessus pour les ponts de deux à cinq mètres de portée.

Art. 6. — Le payement des prix ci-dessus stipulés aura lieu de la manière suivante : Sept dixièmes après réception provisoire dans les ateliers et expédition sur les lieux de destination; deux dixièmes à l'achèvement sur place et après réception provisoire, et le dernier dixième un an après cette réception.

Sur le premier payement les constructeurs recevront cinq dixièmes du montant total en obligations de la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres au taux de deux cent quatre-vingt-dix francs l'une, étant entendu que les constructeurs bonifieront à la Compagnie l'intérêt échu sur lesdites obligations au moment de leur remise; les autres payements seront faits à la caisse de la Compagnie en espèces ou en mandats sur Bruxelles à cent jours.

Art. 7. — Les constructeurs ne pourront sous-traiter pour l'exécution de tout ou partie du présent marché sans l'assentiment exprès et par écrit de la Compagnie.

Art. 8. — Toutes les contestations qui pourraient s'élever entre les parties sur l'exécution du présent marché seront décidées par le tribunal de commerce de Bruxelles.

A cet effet, les parties font élection de domicile, savoir :

La Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres à son siége, rue du Commerce, n° 1, à Bruxelles.

Et MM. J. F. Cail, Halot et C[e] en leur demeure, rue Derosne, n° 35, au faubourg de Flandres à Bruxelles,

Jusqu'à l'entière et parfaite exécution du présent traité, toutes significations d'actes judiciaires ou extra-judiciaires seront valablement faites aux parties au domicile élu par chacune d'elles ainsi qu'il est dit ci-dessus.

Art. 9. — L'enregistrement du présent traité et de ses annexes sera à la charge de celle des parties qui y aura donné lieu.

Toutefois, par le seul fait du retard dont il est parlé à l'article 3 qui précède, tous les droits et, s'il y a lieu, tous les doubles droits d'enregistrement seront à la charge exclusive des fournisseurs.

Fait double à Bruxelles.

Document n° 7.

Contrat pour fourniture de voitures et wagons.

Entre la Société anonyme du chemin de fer Hainaut et Flandres, dont le siége est à Bruxelles, rue du Commerce, n° 1, représentée par MM. Alfred Gernaert et Léon Marsillon, ingénieurs, faisant provisoirement les fonctions de directeur général, sous réserve d'approbation par le conseil d'administration de ladite société, d'une part,

Et M. François Preudhomme, administrateur, directeur général de la Compagnie centrale pour la construction et l'entretien du matériel de chemins de fer dont le siége est à Bruxelles, n° 53, boulevard Botanique, d'autre part,

Il a été convenu et fait ce qui suit :

Article 1er. — M. Preudhomme s'engage à fournir et à construire pour la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres qui l'accepte :

1°	2 voitures mixtes à trois compartiments dont deux de 2e classe et un de 1re classe à 7,300 fr., soit.....	14,600 fr.
2°	4 voitures de 2e classe à quatre compartiments, à 6,000 fr., soit...............................	24,000
3°	5 voitures de 3e classe, à 5,000 fr....................	25,000
4°	7 voitures à bagages, à 5,000 fr....................	35,000
5°	10 wagons fermés, à 3,200 fr......................	32,000
6°	10 wagons plats, à 1,850 fr........................	18,500
7°	1 wagon de secours avec outils, à 5,000 fr...	5,000
	39 véhicules formant ensemble la somme de.........	154,000 fr.

Art. 2. — Les voitures et wagons seront construits conformément aux plans, dessins, cahier des charges, spécifications et nomenclatures annexés au présent marché; si, par suite de quelques omissions, les spécifications ou nomenclatures présentaient des lacunes et les plans des erreurs de cotes ou des indications incomplètes, le constructeur devra en prévenir la Compagnie et y donner suite sans que cela puisse donner lieu à aucune augmentation de prix.

Art. 3. — Le constructeur sera tenu d'exécuter sur un tableau les tracés grandeurs d'exécution de tous les éléments d'ensemble des wagons et d'appeler, après l'exécution de ces tracés, l'agent de la Compagnie chargé de surveiller la construction. Le constructeur devra, après l'exécution du présent marché, rendre les plans, spécifications et nomenclatures qui lui ont été remis pour la construction.

Art. 4. — La Compagnie aura le droit de s'assurer de la qualité des matières employées et de la bonne exécution des diverses parties, de procéder à toutes les épreuves qui lui paraîtraient nécessaires, et les frais auxquels ces épreuves donneront lieu dans les ateliers seront à la charge du constructeur.

L'entrée des ateliers de M. Preudhomme sera toujours accordée aux agents de la Compagnie chargés de surveiller la construction et le montage.

Art. 5. — La livraison des voitures et wagons complets aura lieu à la station de la Compagnie à Saint-Ghislain et sera effectuée aux époques suivantes :

Deux wagons bagages à la signature de la présente convention, deux voitures mixtes du 15 au 25 février, quatre wagons plats et quatre wagons fermés pour avril, et le restant pour le mois de mai prochain.

Les frais de transports pour la livraison des wagons seront à la charge du constructeur.

Art. 6. — La réception provisoire aura d'abord lieu dans les ateliers du constructeur, puis à la station de Saint-Ghislain.

La Compagnie aura le droit de refuser les voitures et wagons qui présenteraient des défauts ou ne seraient pas conformes aux plans, en totalité ou en partie.

Après la réception provisoire, la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres reste chargée de toutes les dépenses d'entretien, mais le constructeur sera obligé à rem-

placer pendant un délai de garantie de un an toutes les pièces qui feraient défaut par suite d'un vice de fabrication ou de qualité.

Le délai de garantie commencera à la mise en exploitation de la ligne de Saint-Ghislain à Gand, et, au plus tard, trois mois après la dernière livraison stipulée à l'article précédent.

La réception définitive aura lieu à l'expiration du délai de garantie.

Art. 7. — Les payements auront lieu au fur et à mesure des fournitures comme il est indiqué ci-après, et dans les proportions argent et papiers désignées ci-dessous, savoir :

Deux dixièmes (2/10) à la signature du contrat ;

Deux dixièmes (2/10) à la réception en blanc dans les ateliers du constructeur ;

Cinq dixièmes (5/10) à la mise sur voie à Saint-Ghislain ;

Un dixième (1/10) à l'expiration du délai de garantie;

Soit vingt-cinq pour cent (25 °/₀) argent et soixante-quinze pour cent (75 °/₀) en obligations de la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres, au taux de deux cent quatre-vingt-dix francs l'une.

En ce qui concerne le payement en obligations, le constructeur tiendra compte à la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres de l'intérêt échu sur lesdites obligations au moment de leur remise.

Art. 8. — En cas de retard dans les livraisons dont les délais sont ci-dessus fixés, le constructeur sera passible d'une retenue de vingt francs par wagon en retard de livraison et par chaque semaine de retard. Cette indemnité sera acquise à la Compagnie du chemin de fer Hainaut et Flandres par le seul fait du retard, et sans qu'il soit besoin de sommation ni mise en demeure préalable; le tout sous réserve de tous dommages-intérêts pour réparation du préjudice que tout retard pourrait faire éprouver à la Compagnie.

Art. 9. — Il est expressément stipulé que le constructeur ne pourra sous-traiter tout ou partie des fournitures qui font l'objet du présent marché sans l'assentiment par écrit de la Compagnie.

Art. 10. — Les contestations qui pourraient s'élever au sujet de l'exécution du présent marché seront portées devant le Tribunal de commerce de Bruxelles.

Art. 11. — L'enregistrement du présent marché sera à la charge de celle des parties qui y aura donné lieu.

Fait double à Bruxelles.

Approuvé l'écriture. (Suivent les signatures.)

Document n° 8.

Traité pour l'Entreprise des Gares et Stations du Chemin de fer D'ANCONE A BOLOGNE.

Entre les soussignés MM. José de Salamanca, banquier à Madrid, d'une part,

Et MM. Oppermann et Cᵉ, constructeurs à Paris, d'autre part,

Il a été dit et convenu ce qui suit :

ARTICLE PREMIER.

MM. OPPERMANN ET Cᵉ s'engagent à exécuter tous les travaux relatifs aux gares, stations, ateliers et maisons de gardes du chemin de fer d'Ancône à Bologne, conformément aux clauses et conditions du cahier des charges annexé au présent acte.

ART. 2.

M. JOSÉ DE SALAMANCA s'engage, de son côté, à remplir celles desdites clauses et conditions qui le concernent, et à faciliter à MM. Oppermann et Cᵉ, le plus possible, l'achèvement des travaux dont il s'agit, pour le délai fixé du trente et un décembre mil huit cent soixante et un.

Fait double à Paris, le

Signé : C. A. OPPERMANN et Cᵉ.

Signé : J. DE SALAMANCA.

APPENDICE

TRAMWAYS ET CHEMINS DE FER MÉTROPOLITAINS
DE PARIS ET DE LONDRES

LISTE DES CONCESSIONS NOUVELLES, etc.

BIBLIOGRAPHIE DES CHEMINS DE FER

NOTE I. — TRAMWAYS DE PARIS.

Pl. 47.

RAPPORT DE M. C. CALLON,

Membre du Conseil Municipal de Paris,

SUR L'ÉTABLISSEMENT DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL DANS PARIS.

§ I. — Historique.

Le Conseil général, dans sa délibération du 10 novembre 1871, avait invité M. le préfet à instituer une commission technique pour l'étude des chemins de fer et tramways à établir dans Paris et dans le département de la Seine. Les conditions à réaliser, autant que possible, étaient les suivantes :

1° Mettre les différentes parties du département de la Seine en communication avec un chemin de fer de ceinture qui serait placé dans Paris, en dedans du chemin de fer de ceinture actuel ;

2° Mettre ce nouveau chemin de fer de ceinture en communication avec le centre de la ville de Paris ;

3° Desservir la ligne des quais en prolongeant le tracé à l'amont et à l'aval du fleuve ;

4° Desservir la ligne des boulevards intérieurs ;

5° Relier les différentes gares des chemins de fer de ceinture, soit avec le centre de Paris.

Le conseil déclarait ensuite qu'il n'entendait pas circonscrire rigoureusement les champs d'études de la commission technique, et que celle-ci devait discuter librement les indications précédentes ; qu'elle devait distinguer, dans ses propositions, le réseau de première urgence et le réseau de seconde urgence ; qu'enfin elle devait indiquer, suivant les besoins de la circulation, la densité de la population, l'état du sol et toutes autres considérations, quel type de chemins de fer et tramways lui paraissait préférable dans la construction des différentes parties du réseau.

Conformément à cette délibération, et par son arrêté du 24 novembre 1871, M. le préfet

de la Seine institua, sous sa présidence, une commission spéciale de quatorze ingénieurs éminemment compétents dans la question, et définit comme suit le programme de cette commission :

Art. 4. — La commission entendra les auteurs des projets présentés, et toutes autres personnes qu'elle reconnaîtra nécessaire d'appeler pour éclairer ses délibérations.

Art. 5. — Elle examinera les études faites par les ingénieurs du département ; elle pourra prescrire les autres études qu'elle jugera nécessaires dans les limites du crédit ouvert par le conseil général ; elle pourra déléguer qui elle voudra pour examiner les travaux exécutés à l'étranger, et lui en rendre compte.

Art. 6. — Elle indiquera les lignes qu'il y aurait lieu d'exécuter, et présentera les bases du cahier des charges.

Après avoir tenu de nombreuses séances et avoir entendu le rapport d'une sous-commission de cinq membres, chargée d'étudier sur place les chemins de fer et tramways de Londres, la commission spéciale a remis à M. le préfet son rapport, qui vous a été distribué, Messieurs, dès le premier jour de la session actuelle, et que l'on peut résumer comme suit, en ce qui concerne le réseau de chemins de fer d'intérêt local dans Paris (la question des tramways était, ainsi que nous l'avons dit plus haut, étrangère au présent rapport).

La commission, après examen des nombreux projets qui lui ont été présentés, déclare en retenir sept, qu'elle prend en considération, savoir : quatre, qu'elle dénomme projets d'après des systèmes nouveaux. Il faut entendre par là que les quatre premiers projets prévoient l'emploi de la locomotive à vapeur, tandis que les trois autres admettent soit la traction par câble, soit l'emploi de l'air comprimé ou raréfié par des machines fixes, soit l'adoption de la locomotive à air comprimé.

Nous ne croyons pas devoir suivre le rapport de la commission spéciale dans l'examen détaillé qu'il fait de ces projets ; car le tracé que nous vous proposons ne coïncidant exactement avec aucun de ceux que cette commission a eu à examiner, c'est lorsque nous exposerons le tracé qui a nos préférences, qu'il conviendra d'insister sur les difficultés d'exécution et d'exploitation, et sur les chiffres approximatifs qui en ressortiront, tant au point de vue des dépenses qu'à celui des recettes.

Nous nous bornerons ici à consigner les conclusions suivantes de la commission spéciale.

(Ici se trouve l'exposé de ces conclusions que nous supprimons.)

La commission technique, après avoir défini, dans la première partie de son rapport, les projets pris par elle en considération, passe à la seconde partie dont l'objet est la détermination des lignes principales composant le premier réseau qu'elle propose. Nous ne pouvons mieux résumer sa pensée sur ce point important, qu'en reproduisant un passage du mémoire que M. le préfet vous a présenté le 9 avril 1872.

Après l'examen de ces projets, la commission spéciale a pensé qu'elle pouvait aborder utilement la question du tracé à suivre dans Paris, réservant d'examiner ensuite quel système de construction il conviendrait d'adopter. Elle n'a pas voulu arrêter un réseau complet ; mais, se préoccupant de solutions immédiatement pratiques, « rechercher les lignes d'une utilité incontestable et qui répondent aux besoins les plus urgents de la circulation. »

« Elle s'est bornée à deux lignes que suivent les grands courants de la circulation, et qui sont insuffisamment desservies par les moyens de transports actuels, savoir :

« Une première ligne allant de l'est à l'ouest, partant de la Bastille, suivant les boulevards intérieurs, passant par ou près la place de l'Étoile, et aboutissant au bois de Boulogne ;

« Une seconde ligne allant du nord au sud, partant du chemin de ceinture (rive droite), suivant l'avenue d'Ornano, l'avenue Magenta, le boulevard de Sébastopol jusqu'aux Halles, le boulevard Saint-Michel, à partir du boulevard Saint-Germain, et se raccordant vers Montrouge au chemin de fer de ceinture (rive gauche).

« La jonction à établir à la traversée de la Seine se ferait de préférence par un tracé

direct, s'il était reconnu possible, sinon par une ligne se dirigeant du boulevard Saint-Michel, par le boulevard Saint-Germain, vers la Bastille. »

Dans la troisième partie de son rapport, la commission spéciale a examiné quel était le système qu'il convenait le mieux d'adopter pour le tracé qu'elle venait de définir. Sur ce point, les membres de cette commission n'ont pas toujours été d'un avis unanime. Cette circonstance n'a pas peu contribué à allonger le travail de votre deuxième commission, qui a dû, indépendamment de la question si ardue elle-même du tracé proprement dit, se former une opinion aussi nette que possible sur des questions qui avaient partagé des hommes dont la haute compétence était d'ailleurs si manifeste.

Nous emprunterons également de cette troisième partie du rapport au mémoire de M. le préfet, qui s'exprime en ces termes :

« La Commission a d'abord reconnu que les traversées métalliques des chemins de fer aériens et les passages fréquents des trains à la hauteur du premier étage, étaient inadmissibles pour les boulevards intérieurs. Ce système amènerait une dépréciation sérieuse d'immeubles importants, gênerait la circulation et endommagerait les arbres. La Commission a donc émis l'avis que, sans repousser les chemins de fer aériens qui pourraient trouver leur place sur les boulevards extérieurs et d'autres lignes en dehors du centre, il y avait lieu de les proscrire sur les deux lignes principales, ainsi que sur les quais, où ils produiraient le plus fâcheux effet, en coupant la perspective des monuments remarquables qui les bordent.

« Quant aux tramways (ou pour parler plus généralement, quant aux lignes installées sur le sol), la commission spéciale n'a pas jugé qu'ils pussent être établis sur des voies déjà trop encombrées; loin de faciliter le mouvement, en créant de nouveaux moyens de circulation, les tramways ne feraient qu'entraver ceux dont on dispose actuellement.

« La Commission spéciale se trouvait dès lors en présence des chemins de fer souterrains à section usuelle (1), avec traction par locomotive, et des chemins de fer souterrains à section réduite, avec traction funiculaire. En ce qui concerne le mode de traction, tout en donnant la préférence à la locomotive sur le câble, elle a reconnu que ce dernier système pouvait fonctionner dans des conditions acceptables, et elle a cru qu'il y avait lieu de l'admettre concurremment avec la locomotive. En ce qui concerne la section à donner aux souterrains, la Commission s'est divisée : la majorité s'est prononcée pour la section nouvelle, parce que cette section admet tous les modes de traction, qu'elle présente moins d'inconnu que la section réduite, qu'elle permet le raccordement avec les grandes lignes, et enfin, parce qu'elle laisse entière la question de l'approvisionnement des halles et de l'introduction des marchandises dans les entrepôts et magasins généraux situés au centre de Paris. Quant à l'augmentation des dépenses que doit entraîner l'établissement de la grande section, la majorité espère qu'elle trouvera une compensation dans des recettes plus abondantes, conséquence d'un meilleur service.

« Les partisans de la section réduite ont fait valoir, de leur côté, l'économie dans les dépenses d'établissement, la possibilité de passer sur des points que l'on ne saurait aborder avec la section haute; ils ont encore signalé, comme avantage inhérent au système, la moindre profondeur des sections, la plus grande facilité de croisement des lignes par superposition. »

§ II. — Travaux de la Commission du Conseil général.

Après une discussion générale, qui a occupé plusieurs séances et dans laquelle ont été traitées les diverses questions que nous devons résumer successivement, il a paru à votre Commission que l'ordre logique à suivre était celui-ci :

1° Déterminer le tracé du chemin métropolitain, sans se préoccuper d'abord du système de construction et d'exploitation, attendu que la détermination de ce système doit résulter, au contraire, du choix même du tracé ;

2° Ce tracé étant déterminé avec les diverses variantes qu'il peut comporter utilement, s'il y a lieu, décider si, comment et dans quelle mesure le raccordement de ce tracé

pourra et devra être fait avec les grandes lignes de fer qui aboutissent à la capitale, principalement au point de vue des services de banlieue ;

3° Décomposer ce réseau en plusieurs sections destinées à être exécutées dans l'ordre d'urgence respective ;

4° Examiner dans quelles conditions ce réseau devra être établi et exploité pour satisfaire aux conditions posées ;

5° Apprécier le prix des travaux d'établissement par kilomètre, en tenant compte, tant des frais divers pendant la construction (intérêts du capital compris), que de la dépense du matériel correspondant à un service d'exploitation d'une activité exceptionnelle ;

6° Apprécier les recettes kilométriques probables ;

7° Poser les bases financières de l'opération à l'égard de la première section et à l'égard des suivantes.

Tel est l'ordre que nous allons suivre.

§ III. — Tracé général du Métropolitain. — Variantes qu'il peut comporter. Raccordement avec les lignes extérieures.

Dès le début de la discussion, des réclamations se sont élevées au sein de votre Commission et spécialement de la part de nos honorables collègues des arrondissements de Sceaux et de Saint-Denis, sur la contradiction qui semblait exister entre le tracé proposé aujourd'hui par l'Administration et la volonté exprimée par votre délibération du 10 novembre 1871, à savoir : « Mettre les différentes parties du département en communication avec un chemin de fer de ceinture qui serait placé à l'intérieur de Paris, en dedans du chemin de fer de ceinture actuel. »

D'autres membres ont fait valoir que la lacune signalée pourrait être comblée avantageusement par le projet de notre honorable collègue, M. Vauthier, alors même que, renonçant à la ligne des quais établie sur colonnes, on se bornerait à retenir de ce projet la ligne passant par les anciens boulevards extérieurs.

En principe, votre Commission croit que la prudence nous commande, dans une affaire de cette nature, d'agir par voie d'expérimentations successives. La construction de la première section constituera un premier pas ; l'établissement des autres sections, desservant des quartiers moins encombrés, viendra ensuite ; mais nous ne pouvons avoir la prétention de tout faire à la fois, et, par conséquent, de satisfaire à tous les besoins pour ainsi dire le même jour.

L'établissement immédiat de la ligne passant par les anciens boulevards extérieurs n'aurait donc sa raison d'être que s'il était démontré que cette ligne circulaire dût desservir, mieux que le tracé proposé par l'Administration, les besoins des voyageurs de Paris pour Paris, ou de Paris pour la banlieue, et réciproquement. Or M. Vauthier, à l'aide de recherches statistiques dont votre deuxième Commission a entendu le développement avec le plus vif intérêt, pense être parvenu à prouver que le réseau qu'il propose embrasse, dans son rayon d'action, une population de 730,000 habitants, c'est-à-dire une population égale, à 5 pour 0/0 près, à celle qu'embrasse le rayon d'action du réseau central. Il ajoute que son chemin de fer circulaire, porté sur arcades pour la majeure partie de sa longueur, se raccorderait beaucoup plus facilement que l'autre avec la plupart des grandes lignes.

Sur cette question, votre Commission s'est divisée. Les uns ont conclu à ce que le railway circulaire des anciens boulevards extérieurs fût construit en même temps que le réseau central, à titre de voie de première urgence. Un membre a indiqué qu'au cas où l'on ne voudrait pas ranger dans cette catégorie la ligne circulaire entière, on devrait y ranger du moins la section allant de la place de l'Étoile à Ménilmontant, section où les omnibus sont, dit-il, insuffisants et où un tramway ne serait pas non plus le modèle le plus convenable en raison des accidents de terrain qui se rencontrent aux abords de Montmartre et de Belleville.

Les autres membres de votre Commission, sans révoquer en doute les chiffres de M. Vauthier touchant les densités respectives des populations desservies par les deux pro-

jets comparés, ont pensé qu'il fallait considérer ici, non-seulement la densité des groupes visités par chaque ligne, mais encore leur activité respective et la direction principale de cette activité. Or, il n'est pas douteux, d'une part, que l'activité de la circulation est beaucoup plus grande vers les boulevards intérieurs que vers les boulevards extérieurs : d'autre part, que la direction a lieu bien plutôt suivant les principaux rayons que suivant la circonférence. On peut citer, à l'appui de cette assertion, ce fait que le trafic kilométrique du chemin de Ceinture n'est, pour les voyageurs, que de 60 à 65,000 francs, ce qui correspondrait à 120 ou 130,000 francs au plus si l'enceinte continue n'existait pas. D'après ces considérations, une partie de la Commission, tout en reconnaissant que le projet de M. Vauthier doit, d'après cela, être réservé pour un avenir peut-être assez rapproché, ne peut le regarder toutefois que comme un tracé de deuxième urgence, parce qu'il ne vise pas les voies les plus encombrées par lesquelles il faut évidemment commencer dans l'intérêt du public.

Quant aux quartiers excentriques et à la banlieue, il faut certainement les faire participer le plus promptement possible aux avantages de la circulation rapide, mais dans la mesure actuellement possible ; c'est donc par des tramways qu'il faut songer à les desservir, en réservant le chemin de fer proprement dit pour les lignes de grand trafic actuel. L'étude de l'itinéraire de ces tramways ne rentre pas dans le cadre du présent rapport ; cependant, qu'il nous soit permis de le dire, la direction rayonnante est, ici encore, plus intéressante et plus urgente, toutes choses égales d'ailleurs, que la direction circulaire, les voyageurs affluant beaucoup plus de Paris vers la banlieue, ou réciproquement, que d'une commune quelconque de la banlieue aux autres communes. Nul doute que, plus tard, les tramways seront remplacés par des railways, et il est permis d'entrevoir que, sur certains points, cette transformation ne se fera pas brusquement, mais qu'il se manifestera un régime transitoire, d'une longue durée peut-être, pendant lequel les routes d'une largeur suffisante seront parcourues, sur un de leurs accotements, par des railways à traction de locomotives et à voie réduite, épousant les sinuosités du sol et remorquant de petits trains de voyageurs et même de marchandises, bagages, etc. Mais, sans attendre cette époque plus ou moins rapprochée, votre Commission émet le vœu que, pour hâter l'épanouissement du réseau départemental, l'Administration poursuive les études de lignes de chemins de fer entreprises au point de vue particulier des besoins de la banlieue (projets Brunfant, Jouffroy, Duméry et autres).

Après cette digression nécessaire, revenons au Métropolitain proprement dit et à la recherche de son meilleur tracé. La grande majorité des membres de votre Commission s'est ralliée d'une manière générale au projet de l'Administration émané des délibérations de la Commission technique, mais avec d'importantes variantes dont nous devons vous exposer les motifs.

En premier lieu, nous avons pensé qu'il pouvait être imprudent, vu les divergences d'opinions que révèlent le rapport et les procès-verbaux de la Commission technique, de s'engager, du premier coup, dans la construction d'un réseau de 20 kilomètres pouvant coûter environ 80 millions. Dès lors, nous avons songé à réduire la première section, ou ligne de première urgence, à une longueur d'environ 6 kilomètres, choisie dans la direction du plus grand courant de circulation, n'exigeant qu'un capital total moindre en regard d'une probabilité de rémunération plus forte. Telle est la première modification que nous avons décidé de vous proposer et que M. le Préfet a acceptée, ainsi qu'il vous l'a fait connaître dans une note en date du 22 avril 1872.

Une seconde modification a été votée par votre Commission à une grande majorité : c'est le raccordement du réseau Métropolitain avec les lignes existantes, formulé dans les termes suivants, à l'article 2 du projet de délibération que M. le Préfet vous a soumis :

« Ces lignes devront passer à côté des gares de voyageurs des lignes de l'Ouest (rive droite), du Nord, de l'Est, de Lyon et d'Orléans, et se relier à ces lignes, s'il est possible, par rails, soit directement, soit par embranchements. »

La minorité s'est opposée à cette clause, parce qu'elle entraîne virtuellement l'abandon

du système des souterrains à section réduite, en excluant, par conséquent, l'économie qu'offre l'établissement de ce système.

La majorité a été d'avis que cette raison d'économie devait céder aux considérations suivantes :

Selon M. l'ingénieur Mantion, les voyageurs de Paris pour Paris seraient cinq fois plus nombreux que les voyageurs de la banlieue pour Paris, ou réciproquement, et il en conclut que le raccordement effectif du Métropolitain avec les lignes de banlieue aura peu d'intérêt, relativement aux dépenses qu'il nécessitera. Mais il faut remarquer que le parcours moyen, dans le premier cas, sera notablement moins grand que dans le second ; ce qui affaiblit la proportion citée, et, par suite, la conséquence qu'on veut en déduire.

On a dit qu'une fraction importante du trafic du Métropolitain de Londres était due aux habitudes d'une grande partie de la population, qui a deux domiciles, l'un dans la cité, pour les affaires, l'autre à la campagne, pour la famille. Or, on remarque, depuis plusieurs années, que la même tendance se développe à Paris, même chez les personnes d'une aisance médiocre. Les Compagnies de chemins de fer, celles de l'Ouest et de l'Est surtout, ont favorisé, autant qu'elles l'ont pu, cette tendance. Toute la partie occidentale de Paris ressemble à Londres ; le chemin de fer de l'Ouest joue le rôle d'un vrai chemin Métropolitain ; il transporte nombre de personnes à plus de trois kilomètres. Enfin certaines voies, dans Paris, sont au moins aussi encombrées qu'à Londres.

Tous ces faits motivent le raccordement dont on parle ; et si ce raccordement ne peut s'effectuer de suite dans les conditions les plus parfaites, il convient du moins de réserver complétement l'avenir à cet égard.

Les trains de banlieue passant alternativement dans le Métropolitain, de cinq minutes en cinq minutes, de provenances et à des destinations diverses, c'est là l'idéal qu'on peut espérer dans l'avenir et qu'on doit préparer dès à présent. Mais nous n'entendons pas préciser actuellement les moyens de réalisation, ni par conséquent en exiger l'exécution immédiate. On peut imaginer une liaison du Métropolitain aux gares par un transbordement de voie à voie, sur la même plate-forme, s'il est possible, sinon par un escalier, auquel cas les stations du Métropolitain se dégageraient dans les cours ou salles d'attente des grandes lignes. Un tel système pourrait assurément être accepté en attendant le raccord effectif de rail à rail, ou par aiguilles. Les grandes Compagnies elles-mêmes, à ne considérer que leur intérêt particulier, seraient sans doute excitées à progresser dans ce sens. Ne serait-ce pas là pour elles, en effet, une situation assez analogue à celles de la Compagnie de l'Ouest exploitant, au point de vue des voyageurs, la ligne de ceinture qu'elle n'a pas construite ; de la Compagnie du Nord exploitant le réseau du Nord-Est, qu'elle n'a pas davantage construit ; de la Compagnie de l'Est, alors qu'elle exploitait les chemins de fer départementaux d'Alsace ?

Un membre de la commission a fait observer, à ce sujet, que le *raccordement effectif* pourra s'obtenir quand on le voudra, au point de vue de l'exploitation, à la condition que l'horaire des trains prévoie, aux stations de raccordement, un arrêt assez long pour tenir compte des retards des trains extérieurs qui auraient à s'engager sur la voie du Métropolitain, dont le caractère essentiel est l'extrême fréquence des trains, et conséquemment la régularité absolue.

Enfin, il est évident que, dans un grand nombre de cas, la Compagnie du Métropolitain sera excitée au raccordement effectif par la nécessité d'évacuer son matériel et de loger ses approvisionnements de combustibles et autres sur de vastes emplacements, que le haut prix des terrains dans Paris l'obligera à prendre au dehors. En deux mots, les problèmes du raccordement, quoique délicats, ne peuvent pas être considérés aujourd'hui comme insolubles, en présence de ceux dont le kilomètre 3 du chemin du Nord nous montre la solution ingénieuse.

Nous devons mentionner ici, toutefois, une objection qui, au premier abord, paraît grave : c'est l'octroi et ses exigences inconnues à Londres. Le raccordement du Métropolitain avec les grandes lignes, a-t-on dit, rendra le service de l'octroi coûteux et difficile,

puisqu'il faudra l'installer aux stations intérieures du Métropolitain. L'objection est vraie. Mais sans se demander si l'octroi n'est pas une institution destinée à disparaître un jour à Paris, puisqu'elle n'existe ni à Londres, ni à Bruxelles, votre commission pense que la fraude pourra être réprimée par une surveillance intermittente, à heures non prévues, et que d'ailleurs les bagages à la main, comme en ont les voyageurs des trains de plaisir et des trains de banlieue, ne comportent pas la possibilité de fraudes importantes. La rapidité du service (30" d'arrêt aux stations successives) semble exclure l'idée de bagages multipliés ou volumineux.

L'importance du raccordement effectif a paru tel à certains membres de votre commission, qu'elle a donné naissance à un amendement de notre honorable collègue, M. Paymal, conduisant à supprimer, dans la définition de la ligne du bois de Boulogne aux chemins de fer de Vincennes et de Lyon (art. 2, § Ier du projet de délibération), la condition du passage par les boulevards intérieurs. Dans la pensée de M. Paymal, la ligne des boulevards intérieurs aurait l'avantage de permettre de passer plus près des gares du Nord et de l'Est. Mais cette proposition, appuyée par une forte minorité, n'a pas été admise par la majorité de votre commission. Elle a pensé qu'il fallait absolument faire passer cette ligne de première urgence dans l'axe du plus grand trafic et non pas sur le bord, s'il est permis de parler ainsi. Les omnibus de la Madeleine à la Bastille, dont le trafic s'élève à 425,000 francs par an et par kilomètre, sont loin, tout le monde le sait, de desservir complétement les besoins de cette ligne; leur direction indique suffisamment celle qu'il convient de suivre, et nous pensons que l'enquête confirmera nos prévisions à cet égard.

§ IV. — Décomposition du réseau proposé en sections à exécuter successivement.

Votre commission eût été heureuse, Messieurs, de vous soumettre un projet d'exécution complet et immédiat de la pensée écrite dans votre délibération du 10 novembre. Elle eût ainsi donné satisfaction à de justes et légitimes impatiences.

Au lieu de cela, elle se croit obligée, ainsi que nous l'avons déjà dit, de vous proposer une exécution, par sections successives, des travaux définis par l'article 2 du projet de délibération qui vous est soumis.

La section dont nous proposons l'exécution à titre de première urgence est celle qui est comprise entre le chemin de fer de l'Ouest, rive droite, et le chemin de fer de Lyon (art. 2, § 7). Dans une première note, remise à votre commission le 22 avril, M. le préfet limitait cette section de première urgence à la partie du projet comprise entre la gare de l'Ouest (rive droite) et le terrain situé entre le boulevard Morland et le quai Henri IV; et il en estimait la dépense à 20 millions en nombre rond. Votre commission a été d'avis qu'il est nécessaire de pousser cette section jusqu'au chemin de fer de Lyon, malgré l'augmentation des dépenses immédiates qui en résultera, afin que les produits de son exploitation soient améliorés par le fait du voisinage de lignes aussi importantes, au point de vue du service de banlieue, que les lignes de Lyon et de Vincennes. Ces produits, loin de fournir un argument en faveur du *statu quo*, exciteront, au contraire, au développement du réseau entier.

M. le préfet a adopté ces motifs. De là le changement, que vous pouvez remarquer, entre la ligne définie par la note du 22 avril et la ligne indiquée, d'accord avec l'administration, au § 8 de l'article 2 du projet de délibération.

§ V. — Conditions d'établissement et d'exploitation du réseau.

Le réseau Métropolitain, défini par l'article 2 du projet de délibération, implique nécessairement l'établissement d'un chemin de fer souterrain, soit pour la première section, soit pour les sections suivantes, sur la presque totalité du parcours.

En outre, la condition du raccordement du Métropolitain avec les lignes extérieures, à laquelle la majorité de votre commission tient absolument, a pour corollaire indis-

pensable le souterrain à section usuelle, permettant le passage du matériel du réseau français.

Il nous paraît donc superflu d'insister de nouveau sur ce sujet, surtout en présence de la place considérable qu'occupe, dans le rapport de la commission technique, la discussion des avantages et des inconvénients comparés de la grande et de la petite section.

Nous vous demanderons cependant la permission de vous exposer les motifs qui ont particulièrement déterminé la conviction de la majorité de votre commission.

1° La section haute permet l'expérimentation immédiate et l'emploi de tous les systèmes de traction et de voitures. Le matériel de la petite section pourrait, il est vrai, aller sur les lignes extérieures, mais la réciproque serait impossible.

2° Le public s'habituera et se familiarisera d'autant plus vite avec le chemin de fer souterrain que la hauteur des tunnels sera plus grande.

3° Au point de vue des nécessités de la défense de Paris en temps de siége, un tunnel à grande section serait beaucoup plus favorable qu'un tunnel à section réduite.

4° Si, après avoir établi le système à section réduite, on voulait lui substituer le système à grande section, il faudrait, quelques dispositions qu'on prît, faire chômer le service de l'exploitation pendant un certain temps, et consentir à des grands sacrifices d'argent.

5° Enfin, l'argument très-puissant au premier abord, qui est relatif à la supériorité de la dépense d'établissement du kilomètre de tunnel à grande section sur le kilomètre de tunnel à section réduite, et aux éventualités de faux frais qui augmentent avec la profondeur des fondations, et plus vite qu'elle, cet argument nous touche peu dans l'espèce.

D'une part, en effet, le savant directeur du service des eaux et égouts, M. Belgrand, prié de s'expliquer sur ces éventualités, nous a exposé un ingénieux système de drainage de la couche aquifère, qui permettra, avec le concours au besoin d'une machine élévatoire, de recueillir et d'enlever le produit des infiltrations dans les parties du réseau où cette couche aquifère sera rencontrée. Il nous cite l'exemple de l'abaissement du canal Saint-Martin, opéré il y a une dizaine d'années, à quatre mètres dans la couche aquifère, et qui n'a coûté, pour une largeur de $19^{m},50$, que 2,500 francs le mètre.

D'autre part, il nous semble probable que l'augmentation de dépenses qui résultera de l'adoption de la grande section au lieu de la petite, sera compensée par les recettes plus abondantes, qui seront la conséquence du raccordement avec les grandes lignes extérieures.

Votre commission maintient donc énergiquement ce point de vue, d'accord avec les conclusions du rapport de la commission technique qui, à la page 53, contient cette phrase :

« La conviction de la majorité, à cet égard, a été déterminée par des considérations telle-
« ment graves que, dans le cas, peu probable d'ailleurs, où la section usuelle ne trouve-
« rait pas de soumissionnaires, elle préférerait un ajournement à une solution qui, suivant
« elle, ne donnerait qu'une satisfaction incomplète à la population parisienne. »

Maintenant, quelles devront être les conditions de l'exploitation, ou pour mieux dire, de la traction dans le réseau souterrain ainsi constitué ?

Sauf pour l'éclairage qu'il conviendra d'améliorer, nous n'avons rien à dire quant au matériel voitures, puisque celui des grandes lignes pourra circuler sur le Métropolitain, et réciproquement.

Reste la question du moteur ou de la traction. Nous nous sommes expliqués plus haut sur la locomotive à air comprimé et sur le système pneumatique. Nous n'y reviendrons pas.

Mais nous devons dire un mot du système funiculaire qui a été, de la part de la commission technique, l'objet d'une comparaison attentive avec la locomotive à vapeur. Décidés à ne pas faire usage du tunnel à section réduite, cette comparaison ne nous intéresse qu'autant qu'elle est faite au point de vue du tunnel à grande section, et, dès lors, les avantages du système funiculaire perdent à peu près toute leur importance.

En effet, la question du raccordement effectif, qui a déterminé notre préférence pour la

grande section, se trouverait sacrifiée par l'emploi des machines fixes et des câbles. Logiquement, cet emploi doit être rejeté, malgré l'immense avantage qu'il présente de ne poser aucun problème d'aération dans les souterrains.

Mais ce problème difficile doit être résolûment abordé, au contraire, du moment où l'on choisit, comme moyen de traction, la locomotive à vapeur.

Aussi votre commission n'a-t-elle pas voulu se contenter des renseignements, nécessairement un peu abrégés, que la commission technique a consignés dans son rapport, et elle a désiré entendre deux membres de cette commission, MM. Mantion et Vuillemin, dont la haute expérience dans l'exploitation des chemins de fer est connue de tous.

Voici les résultats de cette conférence :

Les locomotives du Métropolitain, abstraction faite de la question d'aération, doivent circuler aisément dans des courbes de 150 mètres de rayon et doivent avoir une grande facilité de démarrage et d'arrêt. Ces conditions, d'après MM. Mantion et Vuillemin, n'offrent point de difficultés pratiques.

Reste la question de ventilation ou d'aération. Nous résumerons comme suit les conclusions auquelles votre commission a été conduite.

(*a*) Pour les souterrains tels qu'ils se présentent dans notre projet, la locomotive ordinaire ne serait évidemment pas possible.

(*b*) Il faut absolument supprimer, pendant le passage en souterrain, l'émission de la vapeur, c'est-à-dire il faut la condenser ; problème sans difficulté, car il se réduit à avoir des condenseurs d'un volume approprié à la longueur du souterrain, au temps nécessaire pour le parcourir, et à la température maximum qu'il convient de ne pas dépasser dans l'appareil de condensation.

(c) Reste à se débarrasser des gaz. — Le premier moyen qui se présente à l'esprit est celui dont on fait usage à Londres, le capuchonnement de la cheminée, c'est-à-dire que l'on fait cesser la production de la vapeur, de telle sorte que la pression de la machine va s'affaiblissant à mesure que le train s'avance dans le souterrain. Mais il faut que cet affaiblissement de la pression ne dépasse pas une certaine limite. A Londres, il paraît qu'il n'en est pas toujours ainsi, et que le mécanicien se trouve parfois dans l'impossibilité d'exécuter rigoureusement le règlement. Ce fait ne prouve qu'une chose, c'est que la locomotive n'a pas été disposée en vue du service spécial qu'elle doit faire, ou, en d'autres termes, que sa chaudière n'est pas assez grande pour emmagasiner une suffisante quantité de chaleur. « On a calculé (page 40 du Rapport de la commission technique) qu'avec une locomotive-tender de 50 à 52 tonnes (celles de Londres sont de 42 tonnes) on pourrait, en la préparant convenablement, ne pas produire de vapeur pendant un parcours de 5 à 6 kilomètres, ou plutôt ne pas brûler de combustible pendant ces 6 kilomètres, et se borner à dépenser le calorique absorbé d'avance par l'eau de la chaudière. »

Voilà donc un premier élément de la solution du problème.

Elle pourrait être complétée par l'installation, à chaque station, d'un souffleur qui relèverait la pression pendant l'arrêt. A cet égard, des expériences précises, communiquées par M. l'ingénieur Mayer, ne laissent aucun doute sur l'efficacité du procédé.

(*d*) Une seconde solution, étudiée avec beaucoup de soin par M. l'ingénieur Vuillemin, dans une note ci-annexée, nous paraîtrait préférable. Elle consisterait, la vapeur étant condensée comme tout à l'heure, à produire le tirage par un ventilateur installé sur la locomotive et actionné par elle, et à débarrasser le souterrain des gaz de la combustion par une ventilation artificielle, dont le courant serait très-modéré et dont le coût, rapporté au kilomètre de souterrain, ne serait qu'une faible fraction de la dépense kilométrique totale (*voir la note*). Il est essentiel de remarquer ici que si la Commission technique, à la page 39 de son Rapport, condamne la ventilation artificielle, c'est en tant qu'on voudrait l'appliquer à l'enlèvement des gaz et de la vapeur tout à la fois, mais non en tant qu'on l'appliquerait d'une manière restreinte à l'enlèvement des gaz, la vapeur étant condensée.

Nous avons la ferme conviction, en présence des recherches que cette question provoque

en France et en Angleterre, que la solution pratique est très-prochaine, est qu'elle ne fera pas défaut à la compagnie concessionnaire, quand le moment d'exploiter sera venu.

Néanmoins, il convient de dire que plusieurs membres de votre Commission, préoccupés de rompre le plus possible la continuité du souterrain de la ligne des boulevards intérieurs, ont indiqué l'établissement de stations en tranchées aux points suivants :

Devant l'Opéra, devant le Gymnase, au Château-d'Eau, peut-être à la rue des Filles-du-Calvaire, et enfin à la Bastille.

§ VI. — Dépenses probables d'établissement.

Le rapport de la Commission technique constate que le prix de revient moyen des lignes métropolitaines de Londres paraît être de 12,500,000 francs par kilomètre ; 5 à 6 millions sous les voies publiques, 12, 15, 18, 20 millions et plus pour les parties tracées au milieu des habitations, selon la valeur des quartiers traversés.

A Paris, tous les projets qui ont été mis sous nos yeux supposent le chemin métropolitain établi exclusivement sous les voies publiques; et la Commission technique, raisonnant pour le cas d'un tunnel à section usuelle, admet un prix moyen d'établissement de 4 millions par kilomètre.

Ce chiffre de 4 millions, rapproché de celui de 5 à 6 millions pour Londres, dans des conditions analogues, a donné lieu à un examen attentif de notre part.

Il a été reconnu, en dernière analyse, que cette différence pouvait s'expliquer, en très-grande partie, par les commissions des intermédiaires et par les bénéfices considérables des entrepreneurs anglais; par l'élévation un peu plus forte des salaires, et dans l'espèce, par les tâtonnements et les fausses manœuvres inséparables d'une première exécution, et dont nos ingénieurs devront profiter.

Il est à noter que MM. les ingénieurs de la Ville, qui ont une profonde expérience de ces travaux, considèrent le chiffre de 4 millions comme un chiffre fort, qu'on peut adopter avec une grande probabilité de ne pas le voir dépasser.

En comptant sur cette base, les 6 kilom. 200 mètres que comprend la première section définie plus haut, reviendraient à 24,800,000 francs, soit 25 millions.

Mais précisément parce qu'elle adopte comme bon le chiffre moyen de 4 millions pour l'ensemble du réseau, votre Commission pense qu'il serait prudent, pour la première section, de compter sur 4 millions et demi au kilomètre, afin de prendre en considération les circonstances suivantes :

Nécessité de faire immédiatement les amorces des lignes transversales pour éviter un chômage lorsqu'on commencera l'exécution de celles-ci ;

Nécessité de stations plus rapprochées dans cette première section du réseau, par cela même que cette section sera plus profitable au point de vue de l'exploitation;

Nécessité d'un matériel proportionnellement plus important pour un parcours très-réduit ;

Nécessité de prévoir des sommes plus fortes pour les indemnités dans la partie de la ville où les propriétés ont le plus de valeur.

§ VII. — Recettes kilométriques probables.

La Commission technique déclare, page 46 de son Rapport, « qu'elle ne se croit pas en « mesure d'émettre un avis ferme sur les chances de rémunération des capitaux engagés « dans l'entreprise. A cet égard, il faut laisser aux demandeurs en concession l'entière « responsabilité de toutes les évaluations relatives aux dépenses de construction et d'ex- « ploitation, ainsi que celles relatives aux produits du trafic. »

Nous approuvons entièrement cette réserve de la Commission technique; mais nous ferons remarquer, après elle, qu'une rémunération à 6 p. 0/0 du capital des actions et obligations suppose, pour un capital de 4 millions en moyenne, un revenu net kilométrique de 240,000 francs, lequel, à son tour, correspond à un produit brut kilométrique probable de 400,000 francs.

C'est précisément ce chiffre de 400,000 francs que nous vous demandons de fixer, pour la première section (art. 5 du projet de délibération), à titre de minimum qui devra être atteint pour que le concessionnaire soit tenu d'exécuter les autres sections du réseau.

Les prévisions, en pareille matière, sont, nous le savons, extrêmement difficiles à formuler.

Mais il nous est impossible, en nous rappelant certains faits qui se sont passés sous nos yeux, de ne pas avoir confiance dans l'avenir, c'est-à-dire, dans le développement du trafic, conséquence constante de la facilité donnée aux transports, en vertu d'une loi économique aujourd'hui démontrée par l'expérience.

Ainsi, le chemin de fer d'Auteuil transporte un peu moins de voyageurs que la Compagnie des Omnibus n'en transporte dans cette direction; mais la Compagnie des Omnibus en transporte beaucoup plus qu'elle n'en transportait avant l'établissement du chemin de fer d'Auteuil. Donc l'établissement de ce chemin de fer n'a pas empêché le trafic des omnibus de s'accroître d'année en année.

Nous trouvons un fait analogue consigné dans le procès-verbal de la Commission spéciale.

« Autrefois la ligne des quais était considérée comme mauvaise au point de vue des « produits; la Compagnie des Omnibus demandait à en être chargée. Depuis on a établi « des bateaux-mouches qui ont, dans le principe, rencontré une certaine hostilité. On ne « croyait pas au succès de cette entreprise. Cependant, depuis 1867, la proportion de voya- « geurs que ces bateaux transportent augmente régulièrement d'un quart chaque année. « Il en est de même du chemin de fer de ceinture ; on ne voulait pas admettre qu'il « s'établirait sur ce chemin un mouvement de voyageurs; cependant ce mouvement « existe, il s'accentue chaque année davantage, et il est déjà considérable. »

A l'exemple de la Commission technique, nous ne visons ici que la question des voyageurs (l'encombrement des voies publiques et l'insuffisance de transports sur ces voies étant le motif déterminant du projet qui nous est soumis); nous laissons donc la question marchandises.

L'expérience prononcera à cet égard; elle montrera s'il est possible de tirer parti d'un service de nuit appliqué aux marchandises; elle dira le dernier mot sur la question de l'approvisionnement des halles, sur celle de l'introduction des marchandises dans les entrepôts situés au centre de la ville; sur celle de l'extension du Métropolitain dans les arrondissements excentriques (ancienne banlieue), où se trouvent de nombreuses usines. Il suffit, quant à présent, que cet avenir se trouve réservé autant que possible par l'adoption de la section haute qui, seule, permet l'application du raccordement effectif.

C'est au futur concessionnaire qu'il appartient de peser ces diverses éventualités et d'agir sous sa responsabilité propre.

Quant à nous, aidés de documents recueillis par la Commission technique, nous vous avons exposé nos vues sur la question de construction et d'exploitation, en limitant l'opération, quant à présent, à une ligne de première urgence qui restreint le risque du concessionnaire, et couvre ainsi la responsabilité morale du Conseil général.

Il nous reste maintenant à vous dire comment nous comprenons la question financière.

§ VIII. — Voies et moyens. Tarifs.

Etude des principales conditions du projet de délibération à cet égard.

Votre Commission approuve à l'unanimité la pensée exprimée par M. le préfet dans les termes suivants (note du 22 avril).

« L'administration ne peut concéder, même à des constructeurs très-honorables, comme « les demandeurs en concession actuels, le droit de chercher des capitaux qu'ils n'ont « pas, avec la concession qui leur serait accordée. Elle doit, ainsi que cela a été fait au « début des chemins de fer en France, s'assurer que le capital-actions est couvert par des « souscriptions sérieuses, avant de rien concéder. »

C'est à cela que pourvoit, suivant nous, le projet de délibération en stipulant :

1° Que le capital nécessaire pour la construction de l'ensemble du réseau comprendra au moins un cinquième en actions.

2° Que le capital nécessaire à la première section devra être souscrit avant la concession. Il ne pourra être inférieur à 12,500,000 francs. Les obligations ne pourront être émises que lorsque la moitié de ce capital-actions, soit 6,500,000 francs, aura été employé en travaux de la première section, et que la compagnie concessionnaire aura justifié de cet emploi.

Mais pour que des concessionnaires sérieux et solvables acceptent ces conditions, aujourd'hui malheureusement un peu passées de mode, et qu'il est néanmoins de notre devoir d'exiger, il est nécessaire, ainsi que nous l'avons déjà dit, de limiter la concession et de ne la rendre ferme que pour la partie la plus urgente du réseau en accordant au concessionnaire la faculté de n'exécuter les autres parties que successivement, et après que la première exploitée aura donné, pour revenu kilométrique brut, un minimum déterminé.

Votre Commission est d'avis que le but que nous venons d'indiquer est convenablement atteint par les dispositions suivantes, savoir :

1° Le paragraphe de l'article 2 ainsi formulé :

« Le concessionnaire ne sera tenu d'exécuter immédiatement que la section comprise « entre le chemin de fer de l'Ouest (rive droite) et le chemin de fer de Lyon. »

2° Les deux premiers paragraphes de l'article 5, ainsi conçus :

« Le concessionnaire ne sera tenu d'exécuter les autres parties du réseau que lorsque la « première section aura donné un revenu brut kilométrique de 400,000 francs pendant « une année d'exploitation.

« Les autres parties du réseau pourront, du reste, être partagées en quatre sections à « exécuter successivement, suivant l'ordre qui sera déterminé par l'administration, le con- « cessionnaire entendu. »

3° Enfin l'article 6, qui stipule ce qui suit :

« Dans le cas où la première section concédée n'aurait pas donné un revenu brut kilo- « métrique de 300,000 francs pendant aucune des quatre premières années de l'exploi- « tation, l'administration pourra, si bon lui semble, relever le concessionnaire des obli- « gations qu'il contracte pour l'exécution éventuelle des autres sections du réseau, et elle « restera libre de les concéder à d'autres personnes, ou de les exécuter elle-même

« Le concessionnaire sera relevé de plein droit de ses obligations, si ce minimum de « 300,000 francs n'est pas atteint après la huitième année. »

§ IX. — Tarifs maxima.

La majorité de votre Commission croit que la limitation du maximum du tarif à 10 centimes par kilomètre pour la première classe et à 6 centimes pour la deuxième est convenablement établie.

Elle adopte le minimum de perception de 30 à 20 centimes qui équivaut à un parcours fictif de 3 kilomètres environ.

Quelques membres de la Commission auraient préféré l'établissement d'un tarif uniforme de 20 centimes. La majorité a pensé que la conséquence d'un tel tarif pourrait aboutir à une impossibilité au point de vue financier de l'entreprise ; c'est pourquoi elle vous propose l'adoption d'un tarif kilométrique.

En résumé, Messieurs, votre deuxième Commission est d'avis :

Que les transports dans Paris sont d'une insuffisance notoire, et qu'il convient d'y remédier, à l'exemple d'autres capitales, telles que Londres, Bruxelles, Vienne, New-York ;

Que l'établissement du chemin de fer métropolitain dans Paris est possible, tant au point de vue technique qu'au point de vue financier ;

Qu'il convient, en conséquence, de l'entreprendre dans la mesure que propose le projet de délibération, c'est-à-dire en n'exécutant d'abord que la partie du réseau la plus urgente, et, selon toute apparence la plus fructueuse, mais sans ajournement nouveau ;

Qu'en effet, il est urgent de raviver le travail dans Paris par des opérations d'utilité publique, bien qu'il convienne, dans l'état actuel de nos budgets, de confier ces opérations à des compagnies solidement constituées et acceptant les conditions très-sérieuses posées dans le présent Rapport, de telle sorte que l'administration, dégagée des préoccupations financières, limite sa responsabilité, pour les constructions, à la solidité des ouvrages, et pour l'exploitation, à la sécurité des personnes, conformément au cahier des charges à intervenir.

Note II. — Exposé des différents projets de chemins de fer et tramways d'intérêt local à établir dans le département de la Seine,

Par **M. DESGRANGE.**

La Commission technique spéciale, chargée de faire un rapport sur l'étude des chemins de fer et tramways d'intérêt local à établir dans le département de la Seine, a eu à examiner un très-grand nombre de projets ; mais il en a été éliminé la plus grande partie.

Les *sept* projets qui ont donné lieu à un sérieux examen se divisent en deux groupes.

Le premier groupe comprend quatre projets suivant le *système usuel;* ce sont :

1° Projet Brame, Flachat et Grissot de Passy ;
2° Projet Lemasson;
3° Projet Vauthier;
4° Projet Brunfaut, Ducros, Desfossés.

Le second groupe comprend trois projets d'après des *systèmes nouveaux*; ce sont :

5° Projet Lavalley et Rostand ;
6° Projet Bergeron ;
7° Projet Pochet et Lemoine.

Voici succinctement la description de ces divers projets.

Premier groupe. — SYSTÈME USUEL.

1° Projet Brame, Flachat et Grissot de Passy.

Ce projet est connu depuis longtemps sous le nom de *chemin de fer des Halles.* Il a été étudié primitivement pour relier le centre de Paris à la circonférence et servir aux approvisionnements. Les modifications apportées successivement dans les rues de Paris ont donné lieu à diverses variantes du chemin des Halles, qui peut aujourd'hui se définir comme suit :

Le chemin se rattache au chemin de ceinture, près de la station du boulevard Ornano, au moyen de deux raccordements dirigés : l'un vers Batignolles, l'autre en sens contraire, vers les gares de La Chapelle, La Villette, Bercy. On suit les boulevards Ornano, Magenta et Sébastopol jusqu'à la rue Turbigo. Là, le tracé se bifurque, d'une part, vers la pointe Saint-Eustache, en passant entre les deux groupes des halles, s'infléchit par la rue des Halles de façon à se rapprocher du boulevard Sébastopol, et remonte par une courbe prononcée vers le nord, pour aller se raccorder avec l'autre branche à la traversée de la rue Turbigo.

Le sous-sol des Halles est converti en une immense gare de chemin de fer.

La ligne est continuellement en souterrain de *section ordinaire.*

Les rampes les plus fortes ne dépassent pas 15 à 20 mètres sur une longueur de moins d'un kilomètre.

Courbes de *très-faible rayon* vers les halles.

La longueur de la ligne serait d'environ 6 *kilomètres.*

La dépense, évaluée à 4 millions par kilomètre, serait de 24 *millions*.

Les recettes ont été évaluées pour les voyageurs, à	1,100,000 fr.
Pour les marchandises, 300,000 kil. à 3 fr	900,000
Soit en total	2,000,000
Les dépenses d'exploitation à 40 0/0	800,000
Produit net	1,200,000

Soit 5 0/0 du capital.

2° Projet Lemasson.

Ce projet, de date récente, comporte dans son ensemble une longueur de 110 *kilomètres*, dont les 3/4 sont hors de Paris.

La Commission ne s'est occupée que des lignes principales.

On a compris dans le projet la ligne de La Chapelle aux Halles qui constitue le projet précédent, sauf quelques modifications.

La ligne principale part du bois de Boulogne, suit l'avenue Uhrich, la place de l'Étoile, l'avenue Friedland, le boulevard Haussmann, la rue Auber, les grands boulevards intérieurs, la Bastille, le boulevard Bourdon, traverse la Seine, descend le long du bas quai devant la Halle aux vins, suit le boulevard Saint-Germain, tourne au sud à l'angle du square Cluny, et remonte le boulevard Saint-Michel et les rues en prolongement jusqu'au raccordement avec le chemin de ceinture à Montrouge.

Les rampes ne dépassent pas 20 mètres.

Les rayons de courbes descendent jusqu'à 140 et 125 mètres.

Souterrain continu de la Porte Dauphine à la Bastille ; à ciel ouvert au Grenier d'abondance et à la Halle aux vins, et en souterrain encore jusqu'à Montrouge.

Les difficultés, pour la partie du bois de Boulogne à Montrouge, paraissent moindres que pour la première partie de La Chapelle aux halles.

L'évaluation de la dépense est de 3,100,000 fr. par kilomètre, en y comprenant les quelques kilomètres dans le bois de Boulogne, et de 3,400,000 fr. pour les kilomètres dans Paris. Mais on pourra être conduit à dépenser 4 millions par kilomètre, à cause de quelques modifications à apporter au projet et de travaux indispensables.

Les recettes probables sont évaluées à 13,400,000 fr. pour les 22 kilomètres que comporte le projet, soit environ 600,000 fr. par kilomètre.

Mais en ne comptant que 400,000 fr. par kilomètre, sur 20 kilomètres, on aurait en commençant :

Recette totale	8,000,000 fr.
Dépenses 40 0/0	3,200,000
Resterait	4,800,000

ou 240,000 fr. par kilomètre, suffisant pour rémunérer, à 6 0/0, un capital de 4 millions.

Pour le projet complet de 110 kilomètres, les auteurs avaient d'abord voulu se relier aux grandes gares de Paris. Mais les difficultés leur ont paru trop considérables. Ils se sont décidés à aller relier les grandes lignes audelà des gares, de façon à éviter les difficultés d'encombrement et à desservir facilement les principales localités de la banlieue.

Ainsi, outre le chemin de fer de ceinture central, le réseau comprend :

1. Un embranchement du boulevard Saint-Denis aux halles centrales;
2. — du boulevard Saint-Denis aux Batignolles;
3. — de la gare de l'Est à Belleville (ceinture);
4. — du quai Henri IV au boulevard Daumesnil (Vincennes);
5. — de l'Arc-de-Triomphe aux Ternes (ceinture);
6. — du boulevard Rochechouart à Épinay-Ermont;
7. — de La Chapelle à Aubervilliers-Pierrefitte;
8. — de La Villette à Noisy-le-Sec (Est);

9. Un embranchement de la Halle aux vins à Choisy-le-Roi (Orléans) et à Villeneuve-Saint-Georges (Lyon);
10. — du boulevard Saint-Michel à Clamart, Fontenay-aux-Roses et Vanves (Versailles R. G.);
11. — du Trocadéro à Sèvres et Suresnes;
12. — de l'Arc-de-Triomphe à Nanterre (Saint-Germain) et Puteaux (Versailles R. D.).

Malgré cette multiplicité d'embranchements, il serait possible d'organiser un bon service d'exploitation.

Des trains, partant des points extrêmes de la banlieue, traverseraient Paris pour aller gagner d'autres points de la banlieue.

Des services circulaires mettraient le chemin de ceinture centrale en communication avec le chemin de ceinture extérieure.

On a admis sur certains points des courbes de 100 à 150 mètres de rayon, pour l'intérieur de Paris.

Sauf sur quelques points, les rampes n'excèdent pas 15 millimètres.

Les types des ouvrages d'art seraient les mêmes que ceux des grandes lignes.

La section des tunnels serait de 9 mètres de largeur, la hauteur sous clef de $4^{m},90$.

Les rails seraient en acier et du poids de 35 kilos.

On emploierait des locomotives du poids de 23 tonnes.

L'ensemble du projet présente une dépense de près de 200 millions, soit 1,810,000 fr. par kilomètre.

Pour cet ensemble complet,

Les recettes brutes sont évaluées à	33,000,000 fr.
Les frais d'exploitation à 45 0/0	14,850,000
Produit net annuel	18,150,000
Soit par kilomètre	165,000

Ou 9 0/0 du capital employé.

3° Projet Vauthier.

Le projet dressé par M Vauthier comprend deux lignes principales :

1° Une ligne circulaire suivant à peu près les boulevards extérieurs;

2° Un diamètre suivant les quais.

L'ensemble formerait une longueur de 30 kilomètres.

La ligne d'enceinte aurait	22,350	mètres.
La ligne transversale	7,650	»
Total	30,000	»

La ligne d'enceinte se compose de :

Parties en viaduc d'une longueur de	13,215	mètres.
— en tranche	4,660	»
— en tunnel	4,4?5	»
	22,350	»

Les pentes et rampes ne dépassent pas 10 millimètres.

Les rayons ne descendent pas au-dessous de 250 mètres.

Les parties en ligne droite atteignent les 4/5 de la longueur totale du projet.

La dépense de construction est évaluée à environ	84,000,000 fr.
Soit par kilomètre	2,800,000

L'auteur du projet estime le trafic à 52,500,000 fr.

Voyageurs payant 20 centimes, soit	10,500,000 fr.
Et les dépenses à	4,000,000
Ce qui laisse un produit net de	6,500,000

Représentant à peu près un intérêt de 8 0/0.

4° Projet Ducros, Desfossés et Brunfaut.

Ce projet comprend une ligne de ceinture circulaire extérieure aux fortifications, et met 26 communes qui entourent Paris en communication entre elles et en outre avec l'intérieur de Paris au moyen de quatre entrées qui seraient :

1° La ligne de Vincennes actuelle ;

2° Une ligne partant du marché près *Notre-Dame-de-Lorette* et passant en souterrain sous Montmartre ;

3° Une ligne partant des Champs-Élysées et passant par les quais, Auteuil et Boulogne ;

4° Une ligne partant du Château-d'Eau et passant par le boulevard des Amandiers, les hauteurs du Père-Lachaise, rue Puebla, les Carrières d'Amérique, pour aboutir vers Romainville.

Nous ne possédons pas de détails sur ce projet, mais on voit de suite qu'il ne constitue pas le chemin métropolitain et qu'il ne peut être comparé aux projets précédents.

Tels sont les quatre projets qui forment le premier groupe et d'après lesquels on emploie le *système ordinaire* de *construction* et de *locomotion*.

DEUXIÈME GROUPE. — SYSTÈMES NOUVEAUX.

5° Projet Lavalley et Rostand.

Ce système a été étudié d'après les idées de M. Mantion.

Au point de vue du tracé, voici en quoi il consiste :

1. Ligne circulaire des boulevards intérieurs partant de la place de la Concorde, Madeleine, Bastille, suivant le boulevard Bourdon, traversant la Seine, passant sous le Jardin des Plantes, contournant l'Entrepôt des vins, passant rue des Écoles, rue de l'École-de-Médecine, rue Taranne, boulevard Saint-Germain, et enfin aboutissant au point de départ, place de la Concorde.

2. La ligne transversale de l'*Est* à l'*Ouest*, soit du bois de Boulogne à la Bastille, par la porte Maillot, l'avenue des Ternes, le faubourg Saint-Honoré, la rue Saint-Honoré, les Halles et la rue de Rivoli.

3. La ligne transversale du *Nord* au *Sud*, de l'ancienne barrière *Poissonnière* au chemin de fer de Sceaux, par le boulevard Magenta, le boulevard Sébastopol, traversant la Seine près du Pont-au-Change, passant sous le Tribunal de Commerce, boulevard Saint-Michel, etc.

Un embranchement la relierait au bassin de La Villette, près le chemin de l'Est.

4. Une autre ligne diagonale des Batignolles à Montparnasse par les rues de Douai, Fontaine-Saint-Georges, Notre-Dame-de-Lorette, du Faubourg-Montmartre, la place des Victoires, rue Croix-des-Petits-Champs, sous l'hôtel du Louvre et le Louvre, traversant la Seine pour arriver rue Bonaparte et suivre la rue de Rennes jusqu'à la gare Montparnasse.

5. Une autre diagonale du parc Monceau à la barrière d'Italie, suivant le boulevard Malesherbes, passant à l'angle de la caserne, rue Saint-Lazare, rue Auber, rue du Quatre-Septembre, rue Montmartre jusqu'aux Halles, rue Centrale des Halles, le Pont-Neuf, la rue Dauphine, Odéon, rue Gay-Lussac, route d'Italie jusqu'à la barrière.

6. Embranchement des Halles à Ménilmontant suivant la rue Turbigo, boulevard des Amandiers, rue Oberkampf et arrivant à la station Ménilmontant pour desservir par le chemin de ceinture La Villette, Belleville et Charonne.

Au point de *vue du système*, ce qui caractérise le projet c'est la réduction importante de la hauteur des tunnels par la modification radicale du matériel.

Les auteurs du projet établissent qu'une hauteur de $2^m,80$ est suffisante entre le dessus de la chaussée des voies publiques et le dessous de la travée métallique dans laquelle passerait la voie ferrée. La voiture n'ayant que 2 mètres de hauteur, la hauteur libre laissée au-dessus du rail est fixée à $2^m,20$.

La largeur du tunnel resterait celle usuelle de 8 mètres.

Malgré cette disposition, la caisse des voitures à voyageurs conserve ses proportions ordinaires. Les pièces constituant le châssis, les ressorts, les roues, sont placées sur les

côtés, suivant un système qui ne peut prendre place ici, mais qu'on peut facilement concevoir.

On comprend que cette réduction considérable dans les hauteurs des tunnels doit faciliter considérablement le passage sous les voies publiques et diminuer les dépenses dans une notable proportion.

Pour la traction, les auteurs du projet admettent le système des câbles.

Des câbles distincts sont établis pour chaque voie et pour chaque intervalle compris entre deux stations.

Une machine fixe fonctionne dans chaque station où une machine comme réserve devient nécessaire.

La dépense d'établissement est évaluée à 2 millions et demi par kilomètre pour le type général.

Les recettes probables sont évaluées à 300,000 fr. par kilomètre et les dépenses à 50 0/0.

Le capital recevrait donc 6 0/0 d'intérêt.

6° Projet Bergeron.

Ce projet consiste dans l'adoption de tubes souterrains et la propulsion des trains par le système atmosphérique.

De nombreuses études ont déjà été faites à ce sujet.

Si ce système pouvait être rendu pratique, on comprend que son application au chemin métropolitain présenterait, sous certains rapports, des avantages sérieux.

7° Projet Pochet et Lemoine.

Ce projet comporte l'établissement de viaducs métalliques légers sur les grandes voies publiques.

Un seul rang de colonnes légères et largement espacées supporterait une poutre métallique dont le bas du double T serait notablement plus large que la partie du haut. La poutre serait évidée. Les supports, consoles et accessoires, seraient plus ou moins ornés suivant les quartiers traversés. Deux rails seraient posés sur les ailes inférieures de la poutre. Un troisième rail serait placé au-dessus de la poutre et sur son axe.

Les roues des wagons reposeraient sur les rails inférieurs. Les voitures porteraient un évidement dans le sens de leur longueur, de façon que la partie basse descendrait de chaque côté de la poutre.

Dans l'évidement longitudinal des wagons on placerait des galets horizontaux qui, situés de chaque côté du rail central, s'opposeraient au déversement en cas d'accident.

La traction pourrait se faire par locomotives à vapeur pour les boulevards extérieurs, et avec des locomotives à air comprimé pour les boulevards intérieurs.

On établirait deux voies soit accolées, soit isolées de chaque côté de la chaussée.

D'après les évaluations de MM. Pochet et Lemoine, la dépense d'établissement varierait de 1,100,000 fr. à 1,500,000 fr. par kilomètre, suivant le système de décoration.

Tels sont les divers projets qui ont été examinés par la Commission.

Ils donnaient lieu à l'étude de deux questions bien distinctes : celle des tracés, celle des systèmes.

La Commission, sans s'arrêter à la question de système, a pensé qu'il n'y avait pas lieu, quant à présent, de fixer le programme d'un réseau complet, et qu'il suffisait de statuer sur les principales lignes qui répondaient aux besoins les plus urgents de la circulation; que l'expérience de ces premières lignes ferait connaître si le système adopté devrait être continué ou modifié d'après les résultats obtenus, et si on devait faire d'autres lignes.

En conséquence, la Commission a classé au premier rang des lignes à construire : une ligne partant du bois de Boulogne et allant à la Bastille par les boulevards intérieurs, passant par ou près la place de l'*Étoile* et la grande ligne transversale du *Nord* au *Sud* qu'on a divisée en trois parties : la première des *Halles* au chemin de ceinture vers le

Nord, par le boulevard *Sébastopol*; la seconde, du square *Cluny* à *Montrouge*, par le boulevard *Saint-Michel*; enfin le raccordement de ces deux parties par la jonction directe des Halles au square. Mais comme cette partie serait très-difficile et coûteuse, et qu'elle dépendrait du système adopté, la Commission n'a adopté cette jonction, par la voie des boulevards Sébastopol et Saint-Michel, que si elle était possible et, en cas d'impossibilité, la jonction du square Cluny à la Bastille par le boulevard Saint-Germain.

Quant à la question de système, il serait trop long d'indiquer ici les discussions qui ont eu lieu en faveur, ou contre chacun des deux systèmes en présence.

Nous nous bornons à dire que la majorité de la Commission s'est prononcée en faveur du système de traction par *locomotive* avec tunnel à *section haute* de 4^m,30, tout en reconnaissant que, pour la construction des 20 kilomètres du premier réseau, la section basse donnerait lieu à une économie de 20 *millions* environ.

PROJETS DES TRAMWAYS DE PARIS

En ce qui concerne les tramways, ils peuvent être établis sur une foule de lignes qui sont inaccessibles aux chemins de fer, soit au point de vue du trafic, soit au point de vue des frais d'établissement, soit à celui des pentes et rampes, des courbes, etc.

Pour les tramways, comme pour les chemins de fer métropolitains, il serait imprudent de vouloir leur donner de suite tout le développement dont ils seront susceptibles plus tard.

La Commission a voulu définir un premier réseau; mais elle a dû examiner les systèmes, sous le rapport des voitures, sous celui de la voie.

Il y a des voitures déraillables et des voitures indéraillables.

Dans le premier cas, les voitures ont un avant-train mobile, comme dans le système ordinaire des voitures de route; dans le second cas, les axes restent parallèles comme dans les wagons de chemin de fer; les chevaux s'attèlent indistinctement à un bout ou à l'autre de la voiture.

Le chemin américain de Sèvres est établi d'après le premier système. Les tramways de Londres, de Bruxelles, de Vienne sont établis d'après le second.

La Commission s'est prononcée pour ce dernier.

La question de traction à vapeur sur les tramways paraît avoir été rejetée.

La Commission s'est ensuite occupée de la question de tracé.

Un réseau d'environ 93 kilomètres, dont 60 dans l'intérieur de Paris, a été provisoirement arrêté, et il n'est pas douteux qu'il n'y soit donné suite dans un bref délai, au moins pour une partie.

Voici la composition de ce premier réseau d'après le rapport de la Commission spéciale :

« 1° *Ligne de la place de la Concorde au château de Vincennes*, par les quais, l'Hôtel de ville, la rue de Rivoli prolongée, la rue Saint-Antoine et la grande avenue de Vincennes.

« Cette ligne est demandée par la Compagnie générale des omnibus : elle y a droit d'après son traité avec la ville de Paris; il ne peut donc y avoir d'hésitation au sujet du choix du concessionnaire. La Compagnie des omnibus établira ainsi, par le prolongement du chemin de fer Loubat, une ligne continue de Versailles à Vincennes par le centre de Paris.

« 2° La Compagnie des omnibus demande encore la concession, au moins partielle, de la ligne circulaire des boulevards extérieurs.

« Partant de la barrière de l'Étoile, on pourrait suivre tous les boulevards extérieurs par le Nord jusqu'au pont de Bercy, et on franchirait ce pont. Mais on se trouverait alors sur la rive gauche, en face d'avenues qui ne promettent qu'une très-faible circulation, et, au lieu de les suivre, il paraît préférable de longer les quais jusqu'à la gare d'Orléans et de remonter le boulevard de l'Hôpital, le boulevard Saint-Marcel et le boulevard de Port-

Royal; on gagne ainsi le boulevard Montparnasse, on prend l'avenue de Villars, l'avenue Duquesne, l'avenue Bosquet et le pont de l'Alma, d'où l'on se dirige sur la place de l'Étoile par l'avenue Joséphine.

« 3° Viennent ensuite les lignes rayonnantes. Si l'on part de la barrière de l'Étoile, en allant vers le Nord, on trouve d'abord l'avenue de la Grande-Armée. Les tramways extérieurs viennent d'être concédés sur l'avenue de Neuilly, jusqu'aux fortifications; il paraît convenable de leur permettre de se prolonger jusqu'à la place de l'Étoile, aux abords de laquelle ils pourront correspondre avec le chemin de fer métropolitain; il semblerait regrettable d'aller plus loin. Un tramway dans les Champs-Élysées serait fort gênant à certaines heures de la journée.

« 4° Une quatrième ligne pourrait partir de la place Saint-Augustin; il est probable que la ligne métropolitaine passera au bout de cette place, et là encore la correspondance serait facile. La ligne suivrait le boulevard Malesherbes, le boulevard Bineau, et s'étendrait jusqu'à Courbevoie, par le nouveau pont.

« 5° et 6°. Une 5e et une 6e ligne partiraient du tramway des boulevards extérieurs à l'avenue de Clichy; une branche se dirigerait sur Saint-Ouen, l'autre desservirait Clichy et pourrait ultérieurement être prolongée jusqu'à Gennevilliers, si on en reconnaissait l'utilité.

« 7° La 7e ligne partirait encore des boulevards extérieurs, suivrait la grande rue de la Chapelle et s'étendrait jusqu'à Saint-Denis.

« 8° La voie métropolitaine du boulevard Sébastopol au chemin de ceinture, rive droite, desservirait convenablement le haut du boulevard Magenta; mais la partie basse de ce boulevard jusqu'au Château-d'Eau ne serait pas desservie et pourrait facilement recevoir un tramway qui, partant de la place du Château-d'Eau, où passera la ligne métropolitaine, gagnerait le faubourg Saint-Martin et se prolongerait par la rue de Flandre, jusqu'à Aubervilliers.

« 9° Un embranchement s'en détacherait aux boulevards extérieurs, suivrait la rue d'Allemagne, et aboutirait à Pantin. Ces deux dernières lignes desserviraient parfaitement le groupe si important des abattoirs et du marché aux bestiaux.

« 10° Sur la ligne de tramway que nous avons définie la première, on pourrait détacher, sur la place du Trône, une branche qui s'étendrait jusqu'à Montreuil.

« 11° On demande aussi la concession d'une ligne partant de la Bastille, suivant l'avenue Daumesnil, desservant Saint-Mandé et aboutissant, à travers bois, à Charenton. Cette ligne mettra en valeur les quartiers aujourd'hui peu habités et de vastes terrains propres aux constructions.

« 12° Une petite branche, partant du pont d'Austerlitz, où elle se relierait à la ligne des boulevards extérieurs, irait par le boulevard Mazas desservir la gare de Lyon et se relier à la précédente au pied du chemin de fer de Vincennes. D'autre part, elle irait rejoindre la ligne métropolitaine sur le quai, vers la Halle aux vins. La ligne des boulevards extérieurs communiquerait ainsi facilement avec la Bastille.

« 13° Sur la rive gauche, un premier point de départ serait établi au square Cluny; on suivrait la rue des Écoles, la rue Monge, on arriverait à l'ancienne barrière d'Italie, et de là on gagnerait Vitry.

« 14° De la place Saint-Germain-des-Prés, une quatorzième ligne suivrait la rue de Rennes, la rue du Départ, l'avenue du Maine, et s'étendrait jusqu'à Châtillon et Fontenay-aux-Roses.

« 15° Enfin, des boulevards extérieurs se détacherait une quinzième ligne qui suivrait la rue Lecourbe et irait desservir Issy, Vanves et Clamart. — Cette ligne pourra exiger quelques expropriations, mais elle paraît plus facile à établir que celle qui suivrait la rue de Vaugirard, cette rue étant très-étroite dans une partie de sa longueur.

« Toutes les lignes qui viennent d'être définies suivent, sur presque tout leur parcours, des chaussées déjà pavées, ce qui est de nature à réduire très-sensiblement les dépenses du premier établissement. »

Note III. — VOITURES POUR LES TRAMWAYS

BREVETÉES S. G. D. G.

L. et E. DELETTREZ, Ingénieurs, 29, rue Taitbout, à Paris.

Nous avons publié (*planche* 22) le type des voitures tramways des modèles les plus nouveaux construites par MM. L. et E. Delettrez.

Le texte publié dans le *Traité des Chemins de fer économiques* donne la description de la première voiture construite par MM. Delettrez, à traction mixte de chevaux et de locomotives, déjà publiée dans le *Portefeuille économique des machines* du mois de janvier 1870.

Vu le développement des tramways, nous avons pensé être utiles à nos lecteurs en publiant plus spécialement ces derniers types essentiellement fabriqués pour une traction de chevaux, et nous en donnons ici un détail aussi sommaire que possible.

Par la même application de brancards en fer spéciaux déjà employés dans les premières voitures de 1870, la base de la voiture est essentiellement plus rigide et plus durable que les voitures tramways américaines actuelles, et cette rigidité de la base permet d'alléger la construction de la caisse à un tel point que le poids de ces voitures est inférieur à celui de toutes les précédentes.

Les plates-formes sont formées par ces mêmes brancards, au lieu d'être rapportées sous la voiture, et sont ainsi de plain-pied avec le plancher de la voiture, sans pas au seuil de la porte.

On donne à ces plates-formes diverses formes qui permettent d'établir la montée et la descente presque perpendiculairement à la voie, au lieu d'être forcément parallèles comme dans les voitures américaines; de là, accès plus facile évitant des arrêts aussi fréquents.

Nous avons représenté deux types, l'un : d'une voiture à impériale à deux chevaux ; l'autre : d'une voiture à un seul cheval.

La voiture à impériale à deux chevaux contient 58 voyageurs, dont 22 assis à l'intérieur, 24 assis à l'impériale et 12 debout sur les plates-formes.

La voiture à un cheval contient 36 voyageurs, dont 16 assis à l'intérieur et 20 debout sur les plates-formes.

On a fait aussi d'autres modèles pour service d'été ou services spéciaux.

Cette construction avec brancards en fers spéciaux permet, sans surélever la hauteur de la plate-forme au-dessus du sol, d'adopter indistinctement la suspension à ressorts en acier, telle que nous la représentons pour la voiture à impériale, ou la suspension sur rondelles en caoutchouc, telle que nous la figurons pour la voiture à un cheval.

Le poids mort de ces voitures et de 40 kilogr. par voyageur transporté.

Note IV. — CHEMINS DE FER MÉTROPOLITAINS

ET TRAMWAYS DE LONDRES.

Pl. 48.

Nous n'avons pas voulu terminer cet ouvrage sans donner aussi une idée, au moins sommaire, des chemins de fer métropolitains et tramways de Londres.

La planche 48 en représente l'ensemble complet, lequel, comme on le voit, est beaucoup plus considérable, comme voies exécutées, que ne l'est le réseau de Paris, encore en projet.

La description détaillée de ce vaste réseau de lignes, si variées de types et de systèmes, nous entraînerait beaucoup au-delà des limites de cet ouvrage; et d'ailleurs, on le comprend, évidemment ces lignes sont très-loin de pouvoir être appelées *économiques*, et par suite, les parties à niveau seules ou les tramways rentreraient, à proprement parler, dans notre programme.

Une dépense de 12 ou 15 millions de francs par kilomètre est très-fréquente dans les parties en viaduc au-dessus des maisons, et de 6,000,000 en tunnel.

Quant aux parties à niveau, pour peu qu'il y ait des tranchées ou des remblais avec murs de soutènement, l'on peut compter, avec les expropriations, sur un prix moyen de 2,000,000 fr. au moins. (A Londres, tous les prix sont plus élevés qu'à Paris.)

Note V. — LISTE DES CONCESSIONS NOUVELLES

DONNÉES DEPUIS 1868 JUSQU'EN 1873, POUR LES EMBRANCHEMENTS DES ANCIENS RÉSEAUX (4e RÉSEAU) OU DIVERS CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT GÉNÉRAL ET D'INTÉRÊT LOCAL.

§ I. — Liste des trente-quatre lignes du quatrième réseau *présentées et votées par le Corps législatif en mai* 1868.

Voici, dans chaque réseau, les lignes concédées, leur longueur kilométrique et les subventions *définitives* ou *éventuelles* promises pour chacune d'elles :

Réseau de l'Ouest.

1. De Saint-Lô à Lamballe, 175 kilomètres; subvention, 26 millions.
2. De Sablé à Châteaubriant, 85 kilomètres; subvention, 12 millions.
3. De Laval à Angers, 85 kilomètres; subvention, 12 millions.

Ces trois lignes devront être exécutées dans un délai de huit ans à partir du 1er janvier 1870. Leur concession est définitive.

Réseau d'Orléans.

4. Deux concessions définitives : de Châteaubriant à Nantes, 60 kilomètres; subvention, 8,700,000 fr.;
5. De Romorantin à la ligne de Tours à Vierzon, 8 kilomètres; subvention, 1,100,000 fr.

A exécuter en huit ans, à partir du 1er janvier 1870.

6. Trois concessions éventuelles : de Libourne à Bergerac, 63 kilomètres; subvention, 9 millions 600,000 fr.; à exécuter en huit années après la concession définitive;
7. De Bergerac au Buisson (ligne de Périgueux à Agen), 38 kilomètres; subvention, 8 millions 700,000 fr ; à exécuter dans un délai de huit ans après la concession définitive;
8. De Saint-Éloi à la ligne de Commentry à Gannat, 11 kilomètres; subvention, 4 millions; à exécuter deux ans après le décret de rétrocession à la Compagnie.

Réseau du Midi.

9. Trois concessions définitives : de Saint-Affrique à la ligne de Rodez, 13 kilomètres; à exécuter dans le délai fixé pour la ligne de Montpellier à Milhau ;
10. De Foix à Tarascon-sur-Ariége, 16 kilomètres; subvention, 2 millions; à exécuter en huit ans, à partir du 1er janvier 1870 ;
11. De Mende à Séverac, 65 kilomètres; subvention, 18 millions; même délai.
12. Quatre concessions éventuelles : de Condom à Port-Sainte-Marie (ligne de Bordeaux à Agen), 38 kilomètres ; subvention, 4 millions ;
13. D'Oloron à la ligne de Pau, 30 kilomètres; subvention, 4 millions ;
14. De Mazamet à Bédarrieux, 71 kilomètres; subvention, 8 millions et demi ;
15. De Marvéjols à Neussargues, 94 kilomètres ; subvention, 23 millions et demi.

Ces quatre lignes sont à exécuter en huit ans, à partir du 1er mai qui suivra la concession définitive.

Réseau de Paris-Lyon-Méditerranée.

16. Cinq concessions définitives : de Salins à Miramas, 12 kilomètres;
17. Du Cailar à Saint-Cézaire, 19 kilomètres;
18. D'Aix à Carnoules, 90 kilomètres; subvention, 19 millions pour ces trois lignes;

19. De Thonon à Saint-Gingolph, 27 kilomètres; subvention, 5,800,000 fr.;

20. D'Albertville à Chamousset, 21 kilomètres; subvention, 3,600,000 fr.;

21. Deux concessions éventuelles : de Vichy à Thiers, 31 kilomètres; subvention, 4 millions;

22. De Thiers à Ambert, 49 kilomètres; subvention, 10 millions.

Réseau de l'Est.

23. Trois concessions définitives : de La Varenne à Boissy-Saint-Léger, 5 kilomètres;

24. De Boissy-Saint-Léger à Brie-Comte-Robert, 12 kilomètres;

25. De Remiremont à la ligne de Colmar à Mulhouse, 50 kilomètres; subvention, 15 millions.

Réseau des Charentes.

26. Deux concessions définitives : d'Angoulême à Limoges, 103 kilomètres; subvention, 16 millions;

27. De Saint-Savinien à Saint-Jean-d'Angély, 19 kilomètres; subvention, 1 million 800,000 fr.

Six concessions éventuelles :

28. De Saint-Jean-d'Angély à Niort, 38 kilomètres ; subvention, 3 millions 800,000 fr.

29. De Rochefort à Marennes, 30 kilomètres; subvention, 4 millions 200,000 fr.

30. D'Angoulême à Nontron, 35 kilomètres; subvention, 3 millions 500,000 fr.

31. De Blaye à la ligne de Coutras, 25 kilomètres; subvention, 2 millions 200,000 fr.

32. De La Rochelle à Rochefort, 27 kilomètres; subvention, 800,000 fr.

33. De Marcenais à Libourne, 19 kilomètres; subvention, 1 million 100,000 fr.

34. On peut ajouter à ces concessions éventuelles celle d'une ligne de Saintes à Saint-Savin, qui est décidée en principe. A Saint-Savin (Gironde), elle aboutira à la ligne de Blaye à Coutras, et se bifurquera ainsi vers ces deux villes.

Sur ces trente-quatre lignes, vingt-quatre comportent des subventions accordées.

§ II. — Liste des dix-sept lignes votées par la Loi du 18 juillet 1868.

	Kilom.	SUBVENTIONS. Fr.
35. Lérouville à Sedan (concédée)	130	13,500,000
36. Orléans à Châlons-sur-Marne (concédée)	247	36,000,000
37. *Tours à Montluçon*	208	26,000,000
38. Auxerre à Gien	88	6,000,000
39. Cercy-la-Tour à Gilly-sur-Loire	40	3,000,000
40. Clermont-Ferrand à Tulle et embranchement sur Vendes	225	56,000,000
41. Lyon à Montbrison (concédée)	72	14,500,000
42. *Bressuire à Tours*	114	17,500,000
43. *Bressuire à Poitiers* (500,000)	80	7,500,000
44. Aurillac à Saint-Denis-lès-Martel	62	14,000,000
45. Niort à Ruffec	73	6,000,000
46. Arras à Etaples et embranchement sur Béthune et Abbeville	186	14,500,000
47. Épinal à Neufchâteau	71	10,000,000
48. Besançon à la frontière Suisse, par Morteau	90	10,000,000
49. Sottevast à Coutances	60	12,000,000
50. Saint-Nazaire au Croisic	31	1,500,000
51. Gravelines au chemin de Calais à Lille	19	1,000,000
Totaux	1,796	249,000,000

§ III. — Tableau des Sections de chemins de fer

Ouvertes en 1872.

Nord. — Valenciennes à Aulnoye, 34 kil.; courant de 1872.
Est. — La Varenne à Sucy, 3 kil.; courant de 1872.
Verdun à Batilly, 47 kil.; septembre 1872.
Neufchâteau à Gagny, 46 kil.; décembre 1872.
Ouest. — Gournay à Neufchâtel, 40 kil.; mai 1872.
Quintin à Loudéac, 31 kil.; juin 1872.
Loudéac à Pontivy, 44 kil.; décembre 1872.
Orléans. — Pithiviers à Orléans, 43 kil.; juillet 1872.
Embranchement de Romorantin, 8 kil.; décembre 1872.
Paris a Lyon et a la Méditerranée. — Pont de Dore à Thiers. 10 kil.; avril 1872.
Bœn à Montbrison, 18 kil.; avril 1872.
Meyrargues à Pertuis, 3 kil.; avril 1872.
Pertuis à Volx, 44 kil.; mai 1872.
Vesoul à Besançon, 63 kil.; mai 1872.
Dijon à Is-sur-Tille, 33 kil.; octobre 1872.
Cavaillon à Miramas, 37 kil.; octobre 1872.
Cavaillon à Pertuis, 39 kil.; octobre 1872.
Volx à Sisteron, 43 kil.; octobre 1872.
Saint-Césaire au Cailar, 18 kil.; novembre 1872.
Aimargues à Aigues-Mortes, 14 kil.; novembre 1872.
Midi. — Latour au Bousquet-d'Orb, 6 kil.; courant de 1872.
Nord-Est. — Gravelines à Watten, 19 kil.; courant de 1872.
Charentes. — Montendre à Saint-Marieus, 17 kil.; décembre 1872.
Saint-Marieus à Blaye, 24 kil.; décembre 1872.
Orléans a Chalons. — Arcis à Troyes, 35 kil.; octobre 1872.
Troyes à Sens, 68 kil.; décembre 1872.
Perpignan a Prades. — Boule-Ternère à Prades, 13 kil.; novembre 1872.
Fougères a la baie du Mont-Saint-Michel. — Saint-Brice à la baie du Mont-Saint-Michel, 8 kil.; juillet 1872.
Anzin a la frontière. — Vieux-Condé à la frontière, 5 kil.; juin 1872.
Bordeaux au Verdon. — Paulliac à Lesparre, 19 kil.; octobre 1872.

§ IV. — Tableau des Sections de chemins de fer

A ouvrir en 1873.

Est. — Sucy à Boissy-Saint-Léger, 2 kil.; courant de 1873.
Ouest. — Neufchâtel à Dieppe, 33 kil.; octobre 1873.
Flers à Mayenne, 61 kil.; décembre 1873.
Orléans. — Orléans à Gien, 64 kil.; décembre 1873.
Paris a Lyon et a la Méditerranée. — Cravant à Avallon, 36 kil.; avril 1873.
Du Guy à Saint-Georges-d'Aurac, 52 kil.; juin 1873.
Midi. — Montrejeau à Bagnères-de-Luchon, 35 kil.; commencement de 1873.
Nord-Est. — Boulogne à Saint-Omer, 51 kil.; décembre 1873.
Armentières à Berguettes, 35 kil.; décembre 1873.
Tourcoing à Menin, 11 kil.; décembre 1873.
Lille à Commines, 17 kil.; décembre 1873.
Saint-Omer à Berguettes, 23 kil.; décembre 1873.
Dunkerque à Calais, 42 kil.; décembre 1873.
Somain à Tourcoing, 42 kil.; décembre 1873.
Charentes. — Montendre à Coutras, 26 kil.; février 1873.

La Rochelle à Rochefort, 30 kil.; mai 1873.

Angoulême à La Rochefoucault, 28 kil.; décembre 1873.

Orléans a Chalons. — Arcis à Châlons, 50 kil.; mars 1873.

Sens à Orléans, 122 kil.; décembre 1873.

Vendée. — Bressuire à Thouars, 29 kil.; avril 1873.

Anzin a la frontière. — Anzin à Bruai et raccordement avec la ligne du Nord, 5 kil.; mars 1873.

§ V. — Concession de dix lignes nouvelles à la Compagnie de l'Est, par la loi du 17 juin 1873.

LOI ayant pour objet de déclarer d'utilité publique l'établissement de nouvelles lignes concédées à la Compagnie de l'Est, et d'approuver une convention passée avec cette Compagnie.

L'Assemblée nationale a adopté la loi dont la teneur suit :

Article 1er. — Est déclaré d'utilité publique l'établissement des chemins de fer ci-après désignés :

1° De Sedan à la frontière belge, vers Bouillon;

2° D'un point de la frontière belge, à déterminer par le Gouvernement, à un point de la vallée de la Moselle, également à déterminer par le Gouvernement, la Compagnie de l'Est entendue, ledit chemin desservant soit directement, soit par embranchement, les terrains miniers d'Hussigny, de Villerupt et de la vallée de l'Orne, ainsi que les villes de Briey et de Thiaucourt;

3° D'Aillevillers à Lure, avec embranchements sur le Val d'Ajol et sur Plombières;

4° De Belfort à la frontière suisse, vers Porrentruy, par Morvillard et Delle;

5° De Coulommiers à la Ferté-Gaucher;

6° De Remiremont au Tillot et à Saint-Maurice;

7° De Bourbonne-les-Bains à la ligne de Paris à Mulhouse, par Voisey;

8° De la gare de Langres à la ville de Langres;

9° De Champigneulles à Jarville, en contournant à l'Est la ville de Nancy;

10° D'un point situé entre Montmédy et Velosnes à la frontière belge, vers Virton.

Art. 2. — Est approuvée la convention provisoire passée le 17 juin 1873 entre le ministre des travaux publics et la Compagnie des chemins de fer de l'Est, ladite convention ayant pour objet :

D'une part, de concéder à cette Compagnie les chemins de fer énoncés en l'article 1er ci-dessus, et, en outre, le chemin de fer d'Épinal à Neufchâteau, déclaré d'utilité publique par le décret du 19 juin 1868;

D'autre part, d'indemniser ladite Compagnie de la cession de lignes ou portions de lignes et des pertes et dommages de toute sorte résultant pour elle du traité de paix de Francfort.

Délibéré en séance publique, à Versailles, le 17 juin 1873.

Le Président,
Signé : L. Buffet.

Les Secrétaires,
Signé : Francisque Rive, L. Grivart, E. de Casenove de Pradine, vicomte Blin de Bourdon.

Le président de la République promulgue la présente loi.

Maréchal de Mac-Mahon,
Duc de Magenta.

Le Ministre des travaux publics,
A. Deseilligny.

Note VI. — BIBLIOGRAPHIE DES CHEMINS DE FER.

Ouvrages consultés par l'Auteur.

Ch. COUCHE, Inspecteur général des Mines. *Voie, Matériel roulant, et Exploitation Technique des chemins de fer.* 2 volumes, grand in-8°, et 2 Atlas contenant 144 planches. Prix : 110 fr.
Dunod, Éditeur. *Paris*, 1873.

Ch. GOSCHLER. *Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des Chemins de fer*, édité par Baudry. *Paris*. Une nouvelle édition, très-complète, a été faite récemment.
Ouvrage indispensable à tout ingénieur de chemins de fer; consulté spécialement pour le chapitre des passages à niveau et de l'entretien des ouvrages d'art.

THIRION, Directeur du réseau central de la Compagnie d'Orléans; et BERTERA, Ingénieur en chef des Mines. *Description du chemin de fer de Mondalazac, et Observations sur le projet de loi concernant les chemins de fer Départementaux*, grand in-4°, avec 10 planches.
Dunod, éditeur. *Paris*, 1872.
Consulté pour les profils en travers et devis de la ligne de Mondalazac.

PERDONNET. *Traité élémentaire des Chemins de fer*, édité par Langlois et Leclercq. *Paris*.
Une édition nouvelle est en vente avec d'importantes additions.
Consulté spécialement pour le chapitre des terrassements et de l'assainissement des tranchées.
Voir aussi le *Nouveau Portefeuille de l'Ingénieur des Chemins de fer*, du même auteur.

NORDLING, Ingénieur en chef du réseau central d'Orléans, et Directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'État autrichiens. *Compte rendu Statistique du Chemin de fer de Murat à Vic-sur-Cère*, édité par Dunod. *Paris*.

E. LEVEL. *De la construction et de l'exploitation des Chemins de fer d'intérêt local*, édité par Dunod. *Paris*.
Très-bon ouvrage, consulté pour plusieurs parties des chapitres concernant l'exploitation et le personnel.

NOUVELLES ANNALES DE LA CONSTRUCTION. — *Étude générale sur les Voies ferrées économiques*, par C. A. Oppermann : 1856. Pl. 37 à 42. — *Étude générale sur les Murs de soutènement*, par M. Foy, Ingénieur civil : 1865. Pl. 9-10. — *Gares et Stations d'Ancône à Bologne* : 1861. — *Gares et Stations du Portugal : Types Oppermann* : 1862.

Édouard BRAME, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. *Étude sur les signaux des chemins de fer*, édité par Dunod. *Paris*.

FIN DE L'APPENDICE.

TABLE DES MATIÈRES

TEXTE

CHAPITRE III.

VOITURES DES TRAMWAYS ET VOIES FERRÉES A TRACTION DE CHEVAUX OU A LOCOMOTIVES.

CHAPITRE IV.

DES FREINS ET MOYENS D'ARRÊT POUR RALENTIR LA MARCHE OU ÉVITER LES ACCIDENTS.

CHAPITRE V.

ORGANES ET ÉLÉMENTS DIVERS DU MATÉRIEL.

QUATRIÈME SECTION.

Terrassements. — Assainissements. Murs de soutènement et ouvrages d'art courants.

CHAPITRE Ier.

PROFILS EN EXÉCUTION DES TERRASSEMENTS.

CHAPITRE II.

MÉTHODES DE PRÉSERVATION, D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE DES TERRASSEMENTS.

Pl. 25.

CHAPITRE III.

MURS DE SOUTÈNEMENT.

Pl. 26.

CHAPITRE IV.

OUVRAGES D'ART COURANTS. — AQUEDUCS, VANNES, PONCEAUX, ETC.

CINQUIÈME SECTION.

Ponts et Viaducs.

CHAPITRE Ier.

PONTS PROPREMENT DITS.

CHAPITRE II.

PASSAGES EN DESSUS ET EN DESSOUS.

CHAPITRE III.

PRIX DES PONTS ET TRAVAUX.

CHAPITRE IV.

GRANDS VIADUCS ET ESTACADES POUR LE PASSAGE DES VALLÉES.

Pl. 30

SIXIÈME SECTION.

Tunnels et souterrains. — Abris contre la neige.

CHAPITRE Ier.

TUNNELS PROPREMENT DITS.

CHAPITRE II.

ABRIS CONTRE LA NEIGE.

SEPTIÈME SECTION.

Gares et stations. — Bâtiments divers.

CHAPITRE Ier.

DISPOSITION GÉNÉRALE.

CHAPITRE II.

INSTALLATIONS INTÉRIEURES DES GARES ET STATIONS.

CHAPITRE III.

CONSTRUCTION ET ENTRETIEN DES BATIMENTS.

CHAPITRE IV.

PLANS D'ENSEMBLE DE DIVERS TYPES DE GARES.

CHAPITRE V.

TYPES DE BATIMENTS ÉCONOMIQUES.

CHAPITRE VI.

CLOTURES, HAIES ET FOSSÉS.

CHAPITRE VII.

BARRIÈRES POUR PASSAGES A NIVEAU.

Pl. 42.

HUITIÈME SECTION.

Mobilier et matériel des gares. Bâtiments et ateliers.

CHAPITRE Ier.

SERVICE DES VOYAGEURS.

Pl. 43.

CHAPITRE II.

MATÉRIEL DU SERVICE DES MARCHANDISES.

CHAPITRE III.

NEUVIÈME SECTION.

Entretien de la voie, des ouvrages d'art, des bâtiments et du matériel.

CHAPITRE Ier.

ENTRETIEN DE LA VOIE.

DIXIÈME SECTION.

Exploitation, calcul du trafic. — Marche des trains. — Signaux. — Règlements de service. — Matériel du Service commercial.

CHAPITRE Ier.

CALCUL DU TRAFIC PROBABLE D'UNE LIGNE DE CHEMIN DE FER.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

DE LA MARCHE DES TRAINS. — ORGANISATION DU MOUVEMENT SUR LES LIGNES DE CHEMINS DE FER.

Pl. 46.

CHAPITRE IV.

SERVICE DES SIGNAUX.

CHAPITRE V.

MATÉRIEL DU SERVICE COMMERCIAL.

Pl. 45.

CHAPITRE VI.

CHARIOTS TRANSBORDEURS.

GRANDE VITESSE.

PETITE VITESSE.

ONZIÈME SECTION.

Personnel.

CHAPITRE Ier.

CLASSIFICATION DES SERVICES. — HIÉRARCHIE. DIVISION DU TRAVAIL.

CHAPITRE II.

TRAITEMENT DU PERSONNEL.

Dépense kilométrique.

DOUZIÈME SECTION.

Législation spéciale des chemins de fer.

CHAPITRE Ier.

HISTORIQUE. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

TREIZIÈME SECTION.

Formation des Compagnies, Statuts et Cahiers des charges.

QUATORZIÈME SECTION.

Exécution des travaux. — Acquisitions des terrains. — Contrats, etc.

CHAPITRE Ier.

CHAPITRE II.

DE LA RÉDACTION DES CONTRATS D'ENTREPRISE.

CHAPITRE III.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LES ACQUISITIONS DE TERRAINS.

CHAPITRE IV.

CAHIER DES CHARGES ET SÉRIE DES PRIX RELATIFS AUX OPÉRATIONS NÉCESSAIRES POUR LES ACQUISITIONS DE TERRAINS.

CHAPITRE V.

CHAPITRE VI.

DOCUMENTS DIVERS.

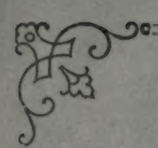
APPENDICE.

Tramways et Chemins de fer métropolitains de Paris et Londres.

ÉTABLISSEMENT DE DIVERSES LIGNES D'INTÉRÊT LOCAL.

Liste des concessions nouvelles, etc.

PARIS. — IMPRIMERIE PILLET FILS AINÉ, RUE DES GRANDS-AUGUSTINS, 5.




Ouvrages du même A...

Librairie DUNOD, 49, Quai des Augustins.

Nouvelles Annales

DE LA CONSTRUCTION

19e année. — 1873.

Prix : 15 fr. par an, à Paris.
18 fr. pour les Départements.

Portefeuille économique

DES MACHINES

18e année. — 1873

Prix : 15 fr. par an, à Paris.
18 fr. pour les Départements.

Tables générales

DES MATIÈRES

de 1855 à 1870

Par *Séries spéciales* et par ordre de publication.

Prix : 1 fr. Chez Dunod, éditeur.

Album pratique

DE L'ART INDUSTRIEL

10 volumes.

Publication terminée — de 1857 à 1866

Prix du volume, à Paris, 15 fr.

Nouvelles Annales

D'AGRICULTURE

8 volumes.

Publication terminée — de 1859 à 1866

Prix du volume, 15 fr.

Propagateur

DES TRAVAUX EN FER

3 volumes

GUIDE SPÉCIAL

du Producteur, de l'Ingénieur, de l'Architecte, du Commerçant, et du Représentant des Forges et Usines.

Publié sous le Patronage du Comité des Forges de France.

OUVRAGE TERMINÉ

Prix : 45 francs les 3 volumes.

300

PROJETS ET PROPOSITIONS

UTILES

Prix : broché, à Paris, 9 fr.
relié, toile rouge et or, 12 fr.

Visites

D'UN INGÉNIEUR

A

A L'EXPOSITION UNIVERSELLE

De 1867

NOTES ET CROQUIS. — CHIFFRES ET FAITS UTILES

Prix : en 2 volumes, texte et Atlas, 18 fr.
relié en toile rouge et doré, 20 fr.

AGENDA-OPPERMANN

POUR 1873

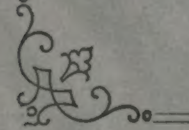
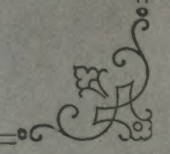
A l'usage des Ingénieurs, Architectes, Mécaniciens, Conducteurs des Ponts & Chaussées, Agents-voyers, Entrepreneurs, Industriels, Ouvriers.

CONTENANT :

Outre les feuilles de l'*Agenda* proprement dit, un *double décimètre*, un *rapporteur*, un *crayon*, une série de *notes et documents, chiffres, adresses et renseignements utiles.*

Prix, relié toile : 2 fr. 50; cuir doré : 5 fr.

Prix du Traité des Chemins de Fer : **35** *fr.*

Paris. — Typographie Pillet fils aîné, 5, rue des Grands-Augustins.